



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

HISTORIE CIVILNÍHO LETECTVÍ 1970-2000

HISTORY OF CIVIL AVIATION 1970-2000

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Zubrvalčík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Chlebek, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Letecký ústav
Student: **Jan Zubrvalčík**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Jiří Chlebek, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Historie civilního letectví 1970–2000

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Téma je zaměřeno na zpracování podkladů pro prezentaci stručné a přehledné historie letectví od začátku sedmdesátých let do konce dvacátého století. Toto období bylo charakteristické nástupem velkokapacitních letounů do civilního letectví a novými konstrukcemi.

Cíle bakalářské práce:

Cílem práce je zpracovat vymezenou oblast historie letectví ve formě multimediální prezentace, s maximálním využitím obrazových a zvukových záznamů zaměřených na dané období, seznamující s vývojem letadlové techniky a její konstrukce, leteckého provozu a to včetně jeho technického zabezpečení.

Seznam doporučené literatury:

STREJČEK, J., Pešková, M., Prokop, M., Vlasák, V.: Léta létání, 1979.

NĚMEČEK, V., Civilní letadla 1, vyd. NADAS, Praha 1981.

NĚMEČEK, V., Civilní letadla 2, vyd. NADAS, Praha 1981.

Jane's all the world's aircraft 2007-2008 / Coulsdon: Jane's Information Group Limited,2007 ISBN 0-7106-2792-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je zpracovat stručný přehled historie civilního letectví v období mezi roky 1970 až 2000 a porovnat jejich výkony. Toto období je charakteristické nástupem velkokapacitních letadel a nových konstrukčních řešení. V práci je pozornost věnována jak velkokapacitním dálkovým letadlům, tak i letadlům na střední a krátké tratě. Práce je rozdělena podle doletu letadel a zvláštní kapitolu tvoří nadzvuková dopravní letadla.

Klíčová slova

Airbus, Boeing, cestující, Concorde, De Havilland, Douglas, Fokker, Iljušin, Jakovlev, klapky, kokpit, kolo, konstrukce, křídélka, křídlo, let, letadlo, letectví, McDonnell, motor, náklad, pilot, podvozek, provoz, přistání, slot, spoiler, trup, Tupolev, testování, verze, vrtule, vývoj, vzlet

ABSTRACT

The main aim of this bachelor's thesis is utilize concise summary of history of civil aviation between year 1970 to 2000 and compare their performance. This era is typical with out-set of airplanes with large capacity and new construction solutions. This thesis is focused on planes for long distance with large capacity, but also on planes for middle and short distances too. Thesis is divided by range of airplanes and special charter is about supersonic civil planes.

Key Words

Airbus, Boeing, passenger, Concorde, De Havilland, Douglas, Fokker, Ilyushin, Yakovlev, flaps, cockpit, wheel, construction, ailerons, wing, flight, airplane, aviation, McDonnell, engine, cargo, pilot, gear, traffic, landing, slot, spoiler, fuselage, Tupolev, testing, version, propeller, take-off, development

Bibliografická citace

Citace tištěné práce

ZUBRVALČÍK, Jan. *Historie civilního letectví 1970-2000*. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/117360>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. Vedoucí práce Jiří Chlebek.

Citace elektronického zdroje

ZUBRVALČÍK, Jan. *Historie civilního letectví 1970-2000* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/117360>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. Vedoucí práce Jiří Chlebek.

Čestné prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem práci zpracoval sám za odborného vedení Ing. Jiřího Chlebka Ph.D. Použitou literaturu jsem citoval a její seznam je uveden v seznamu literatury.

V Brně, dne 24. května 2019

Datum

Jan Zubrvalčík

Jméno a příjmení

Poděkování

Zde bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Chlebkovi, Ph. D. za rady a připomínky ke zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu při studiu a mému otci za poskytnutí některých odborných zdrojů, které má ve vlastnictví.

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Letadla na krátké tratě	12
2.1 ATR-42	12
2.2 ATR-72	14
2.1 Boeing 717.....	15
2.4 Bombardier CRJ-100/200	16
2.5 British Aerospace BAe-146/Avro RJ Avroliner	17
2.6 British Aerospace ATP/Jetstream 61	18
2.7 British Aircraft Corporation BAC 1-11	19
2.8 Dassault Mercure	21
2.9 De Havilland Canada DHC-7 Dash 7	22
2.10 De Havilland Canada DHC-8 Dash 8	23
2.11 Fokker F27 Friendship	25
2.12 Fokker F.28 Fellowship	26
2.13 Fokker 50/60	28
2.14 Fokker 70/100	29
2.15 Hawker Siddeley HS.121 Trident	30
2.16 McDonnell Douglas DC-9.....	31
2.17 Tupolev Tu-134	33
2.18 Saab 2000.....	35
Tabulky	36
3. Letadla na střední tratě	39
3.1 Airbus A300.....	39
3.2 Airbus A310.....	41
3.3 Airbus A320.....	42
3.4 Boeing 707.....	44
3.5 Boeing 727.....	46
3.6 Boeing 737.....	47
3.7 Boeing 757.....	50
3.8 Iljušin Il-18	51
3.9 Iljušin Il-86	53
3.10 Jakovlev Jak-42	54
3.11 McDonnell Douglas MD-80	55
3.12 McDonnell Douglas MD-90	56

3.13 Tupolev Tu-154	57
3.14 Tupolev Tu-204	59
Tabulky	60
4. Letadla na dlouhé tratě.....	64
4.1 Airbus A330.....	64
4.2 Airbus A340.....	65
4.3 Boeing 747.....	67
4.4 Boeing 767.....	69
4.5 Boeing 777.....	71
4.6 Iljušin Il-62	72
4.7 Iljušin Il-96	74
4.8 Lockheed L-1011 Tristar	75
4.9 McDonnell Douglas DC-10.....	76
4.10 McDonnell Douglas MD-11	78
Tabulky	80
5. Nadzvuková dopravní letadla	83
5.1 Aérospatiale/BAC Concorde	83
5.2 Tupolev Tu-144	84
Tabulka	86
6. Závěr.....	87
Seznam použitých zdrojů.....	88
Seznam zkratek	108
Seznam příloh	111
Přílohy	112

1. Úvod

Historie letectví se začala psát od počátků civilizace, kdy se lidé začali zaobírat myšlenkou létat jako ptáci. První skutečné pokusy o létání se datují až do 18. století, kdy byl sestrojen první horkovzdušný balón. Díky vynálezu zážehového motoru na konci 19. století mohla být sestrojeno první motorová letadlo.^[177] To nakonec sestrojili bratři Wrightové a poprvé vzlétli roku 1903. Díky první světové válce došlo k rozvoji leteckých technologií a na počátku 20. let byly založeny první letecké společnosti. Za druhé světové války došlo k použití prvních vrtulníků a byl vyvinut první proudový motor. Po válce proudové motory našly využití i dopravním letectví a prvním proudovým letadlem se stal De Havilland Comet. V dalších letech docházelo k rozmachu letecké dopravy, což vedlo koncem 60. let ke vzniku prvních velkokapacitních letounů.^[176]

Cílem této bakalářské práce je zpracovat přehled letadel, které byly v období mezi roky 1970 a 2000 vyvinuty nebo již používány v pravidelném provozu. Práce je zaměřena na letadla se střední a velkou kapacitou, tedy na letadla pro 50 cestujících a více. Práce je rozdělena do čtyř kapitol, ve kterých jednotlivá letadla tvoří podkapitoly. U každého letadla je uvedena stručná historie vývoje a provozu, poté technický popis a nakonec verze, ve kterých bylo letadlo vyráběno. Letadla jsou v každé kapitole řazena abecedně a na konci každé z kapitol je pak uvedena tabulka se základními technickými údaji letadel z kapitoly. V těchto tabulkách je uváděn dolet s platicím zatížením, dostup, kapacita v rozvržení do dvou tříd (pokud není první třída tak pouze do jedné), počet motorů, tah/výkon nejsilnější možné verze motorů, cestovní rychlost, rozměry letadla, hmotnost prázdného letounu, maximální vzletovou hmotnost, objem palivových nádrží, počet vyrobených kusů (u stále vyráběných letadel jsou aktuální k 8. 2. 2016) a platící naklad. V přílohách je zobrazen schématický řez letounem ATR-42, pro názornou ukázkou označení jednotlivých částí letadla a dále jsou uvedeny grafy, které ukazují parametry jednotlivých letadel. V těchto grafech jsou uvedeny údaje od nejprodávanější verze daných letadel. Na závěr je uveden graf, který zobrazuje rok uvedení do provozu jednotlivých letadel.

První kapitola popisuje letadla určená pro provoz na regionálních linkách, tedy na lety kratší než 1 000 km.

Druhá kapitola je věnována letadlům na střední tratě. Do této kapitoly se řadí letadla s doletem 1 000 až 3 000 km.

Třetí kapitola se zabývá dálkovými letadly, které jsou určeny pro lety delší než 3 000 km.^[175]

Poslední kapitola je věnována dvěma nadzvukovým letadlům, která byla v daném období vyrobena a provozována.

2. Letadla na krátké tratě

V této kapitole jsou uvedena nejvýznamnější letadla na krátké tratě, která byla v provozu mezi lety 1970 a 2000. Většinou se jedná o letadla, která jsou používána na tratě do 1 000 km. K pohonu letadel z této kapitoly slouží turbovrtulové motory i proudové motory. Prodej letadel z této kapitoly během let kolísal, hlavně z důvodu spotřeby paliva. V tomto období došlo k několika ropným krizím, při kterých byla poptávka po úsporných letounech. Naopak v obdobích, kdy byla cena paliva nízká, byla poptávka hlavně po výkonných letadlech. Letadla z této kapitoly mají dvě, tři nebo čtyři pohonné jednotky, které jsou umístěny buď na křídlech, nebo po stranách trupu a v kořeni SOP. Dalším znakem těchto letadel je uspořádání sedadel do řad po čtyřech nebo po pěti s jednou uličkou.

2.1 ATR-42

Konsorcium ATR (Avion de Transport Régional) je tvořené francouzskou firmou Aérospatiale a italskou Alenia. Model ATR-42 je jejich první společný projekt, na kterém začali pracovat od roku 1981, s cílem vytvořit turbovrtulový letoun určený pro krátké tratě.^[39] První prototyp letounu vzlétl roku 1984 a od roku 1985 bylo první ATR-42 uvedeno do služby u francouzské společnosti Air Littoral. V roce 1994 poprvé vzlétl model ATR-42-500, který patří k druhé generaci letounu a ze všech verzí ATR-42 je nejrozšířenější.^[38] Letoun je stále ve výrobě.

Konstrukce

Trup letounu je poloskořepinové konstrukce a je postavený podle zásady „fail save“ (bezpečný při poruše). Pro snížení hlučnosti motorů jsou využity speciální viskoelastické prvky, které jsou uloženy mezi vnější a vnitřní potahovou vrstvou trupu.^[34] V přední části letounu za pilotním prostorem jsou dva nákladové prostory, které jsou přístupné vraty na levé straně trupu. V zadní části trupu se nachází na levé straně vstup pro cestující, který je vybaven vestavěnými schody. Dále se na zádi letadla nachází také toaleta, bufet a další nákladní prostor přístupný servisními vraty na pravé straně letounu.

Posádku letounu tvoří dva piloti. Pilotní kokpit je vybaven řídicím systémem Sperry, navigačním zařízením od firmy Honeywell, zdvojenými přijímači GPS a dále také navigační systémem, povětrnostním radarem, digitálním zapisovačem letových dat, apod.^[14] Vnitřní prostory jsou vybaveny klimatizačními systémy, které mají u modelu-500 o 35% větší účinnost než u typu-300. Elektrický systém letounu je poháněn dvěma generátory stejnosměrného proudu. U modelu -300 jej dále tvoří dvě niklkadmiové baterie a u modelu -500 je tvořen dvěma záložními alternátory a dvěma transformátory jednofázového střídavého proudu. Letoun má také další dva alternátory poháněné motory. Na místo APU letoun při přistání využívá běžící pravý motor, který má zabrzděnou vrtuli.

V základním provedení disponuje kabina ATR-42 48 sedadel, přičemž lze 2 sedadla buď přidat, nebo odebrat. Sedadla jsou řazena v 11 řadách po 4 a mezi dvojicemi sedadel se nachází ulička 0,457 m široká. Každé sedadlo je široké 0,44 m a rozteč mezi sedadly je 0,76 m. Zbývající dvě dvojice sedadel se nachází v přední části u nákladových prostorů a v zadní části u vstupního vestibulu. Přední nákladové prostory mají objem 1,3 m³ respektive 3 m³. Největší je zadní prostor o objemu 4,8 m³.

O pohon letounu se starají turbovrtulové motory Pratt & Whitney PW121 u verze -300 s čtyřlístými vrtulemi a PW127E u verze -500, které jsou vybaveny šestilístými vrtulemi s upravenými konci, což má za následek snížení hlučnosti letadla.^[16] Vrtule jsou ovládány elektronickým systémem, který umožňuje jejich lepší synchronizaci. Křídlo je bohatě mechanizované a vybavené dvěma nosníky. Křídlo je vybaveno spoilery, dvoustěrbinovými klap-

kami a křídélky s vyvažovacími ploškami. Ocasní plochy letounu ve tvaru písmene T jsou vyrobeny z lehkých slitin.

Přistávací zařízení letounu je tvořeno přední natáčecí nohou, která se zasouvá dopředu do trupu a dvojicí noh hlavního podvozku, které se zasouvají do gondol k podélné ose letounu. Hlavní podvozek je vybaven vícekotoučovými brzdami, olejopneumatickými tlumiči a protismykovým zařízením.

Verze

ATR-42-300: První sériová verze ATR-42, která vychází z původního prototypu ATR-42-200. Oproti novějším verzím má jednoduché čtyřlísté vrtule a nižší vzletovou hmotnost, což mívalo za následek, že při zvýšení počtu sedaček, se letouny dostávaly na hranici maximální hmotnosti nákladu a nebyly tak schopné odvézt veškerá zavazadla pasažérů.

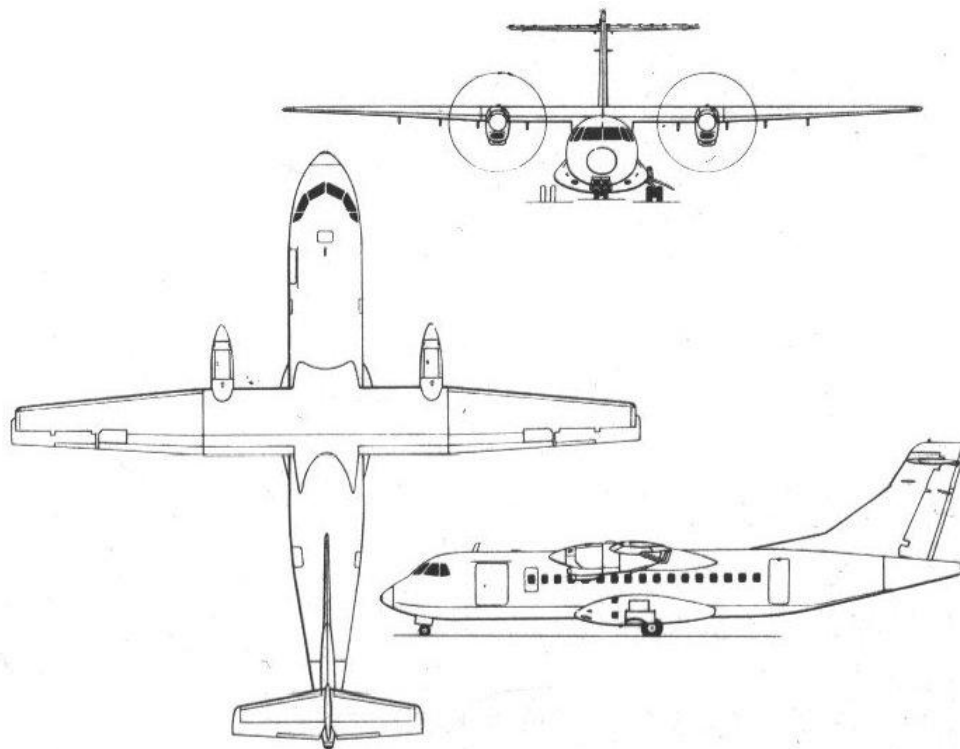
ATR-42-320: Tato verze je shodná s verzí -300, má lepší provozní výkony, na druhou stranu má nižší platící zatížení o 5 kg.

ATR-42-400: Kvůli své vyšší hmotnosti má verze -500 vyšší spotřebu, proto v ATR přišli s novou verzí -400, která kombinovala tichý provoz ATR-500 s ekonomickými výhodami předchozích verzí. I přes optimálnost této verze ATR nakonec vyrobila jen 4 kusy. 2 letouny ATR-400 sloužily až do roku 2006 u ČSA.

ATR-42-500: Tato verze vychází z letounu ATR-42-300. Oproti -300 má zesílený trup, křídlo i podvozek. Má výkonnější motory s šestilístými vrtulemi. Pilotní kabina, zadní trupu a výškové kormidlo jsou převzaty z letounu ATR-72.

ATR-42-600: Verze vycházející z ATR-42-500, která má navíc plně digitální kokpit. Letoun má také vylepšené motory a menší spotřebu oproti svým předchůdcům.

Mezi další verze patří ATR-42F určená pro vojenské použití nebo ATR-42L, kterou lze předělat z osobní na nákladní verzi a to za 60 minut.



Obr. 2.1 ATR-42^[40]

2.2 ATR-72

Vývoj ATR-72 začal v roce 1986 na základě úspěchu ATR-42 a poptávce po stejném letounu s větší kapacitou. Letoun poprvé vzlétl roku 1988 a následujícího roku byl uveden do provozu u společnosti Finnair. Konstrukčně vychází z ATR-42, dokonce první verze ATR-72-100 se lišila pouze umístěním dveří, ale celkově bylo vyrobeno jen 5 kusů. ATR-72 je vyráběna na stejné výrobní lince a sdílí i většinu palubních systémů, což je pro firmu ATR velká výhoda, protože když poklesne poptávka po jednom typu, naroste poptávka po druhém.^[41]

Konstrukce

Základním rozdílem od ATR-42, který přinesl navýšení kapacity až na 78 pasažérů, je prodloužení trupu o 4,5 m. Kvůli prodloužení trupu muselo být zvětšeno i rozpětí křídel 2,5. Dalším rozdílem je možnost upořádání sedadel v letounu do dvou tříd s tím, že obchodní třída se nachází v zadní části letadla a to z důvodu přednostního výstupu z letadla. Kvůli prodloužení trupu musí být letoun při nástupu a výstupu cestujících na zádi podepřen speciální výsuvnou nohou, aby se letoun nepřevážil kvůli nahromadění pasažérů na zádi. Rozmístění sedadel, nákladových prostorů a vstupních dveří zůstalo stejné jako u ATR-42. Kvůli navýšení hmotnosti letounu musí mít letoun oproti ATR-42 silnější motory Pratt & Whitney PW124B.^[42]

Verze

ATR-72-200: První sériově vyrobené letouny odpovídaly verzi ATR-42-300, avšak úprava označená ATR-72-212A už byla vybavena šestilistými vrtulemi a konstrukčně odpovídala spíše verzi ATR-42-500.

Mezi další verze ATR-72 patří verze -500, které byly dodány jen 2 kusy a nová verze -600 vyráběná od roku 2011, která odpovídá ATR-42-600 a hlavní její předností je ekonomický provoz, bezpečnost a všestrannost, což s firmy ATR stále dělá velkého hráče na trhu s turbopropovými regionálními letadly.^[43]



Obr. 2.2 ATR-72-200 společnosti Air New Zealand^[44]

2.3 Boeing 717

Historie letadla sahá do roku 1983, kdy firma McDonnell Douglas začala vyvíjet zkrácenou verzi MD-81 na přání Northwest Airlines. Na základě úspěchu se zkrácenou verzí chtěla společnost Northwest ještě výkonnější typ oproti DC-9-90. Roku 1991 byl na aerosalónu představen model MD-95, který vycházel z typu MD-80. V roce 1996 došlo ke sloučení McDonnell Douglas s Boeingem, který roku 1998 vývoj MD-95 ukončil. Ve stejném roce však Airbus oznámil vývoj nového letadla s kapacitou 100 cestujících, na což neměl Boeing žádnou adekvátní odpověď a tak obnovil projekt MD-95 pod novým označením Boeing 717. Ještě v září téhož roku začalo testování letadla a o rok později byl letoun zařazen do pravidelného provozu. V roce 2006 byla výroba B717 ukončena z důvodů velké konkurence letounů firem Bombardier a Embraer. Dalším důvodem byla velká odlišnost 717 oproti ostatním Boeingům a dokonce oproti dřívějším MD-80 a DC-9.^[45]

Konstrukce

Boeing 717 je dolnokřídový jednoplošník s ocasními plochami ve tvaru písmene T. Ve zpevněné zádi trupu se nachází pomocná zdrojová jednotka APU. V konstrukci 717 jsou ve značné míře zastoupeny kompozitní materiály, kupříkladu jsou z nich zhotoveny křídélka, záď letadla, výškovka a kryt antény radaru. Pilotní kabina pro dvoučlennou posádku je vybavena šesticí obrazovek s pilotážně-navigačními údaji. Na přání může být do letounu nainstalován i systém pro automatické přistání.

Kabina pro cestující je uspořádána do dvou tříd. V první třídě jsou sedadla řazena po čtyřech a v ekonomické třídě jsou řazena po pěti. V obou třídách se mezi sedadly nachází jedna ulička. 717 má dva nákladové prostory, které jsou přístupné dveřmi na pravé straně trupu. Přední nákladový prostor má objem 26,5 m³ a zadní 20,57 m³.

O pohon letadla se starají dva dmychadlové motory Rolls-Royce BR715, které jsou umístěny po stranách trupu v zadní části letadla. Křídlo 717 má šípovitost 24° je převzaté od typu DC-9. Náběžná hrana křídla je opatřena odmrazovacím systémem a na odtokové hraně křídla jsou klapky, spoilery a výsuvný slot. Palivový systém byl opět převzat z DC-9 a celkový objem palivových nádrží lze zvýšit instalací přídatné nádrže do centroplánu letadla.^[29]

Podvozek 717 je tvořen přední dvoukolovou nohou a dvěma dvoukolovými nohami hlavního podvozku. Elektrosystém letadla se skládá ze dvou generátorů a dalšího generátoru, který je poháněn APU.



Obr. 2.3 Boeing 717 společnosti Hawaiian airlines^[46]

2.4 Bombardier CRJ-100/200

Vývoj nového letounu, který byl koncipován jako prodloužená verze Challengeru CL-601, byl zahájen roku 1989. Roku 1991 letoun poprvé vzlétl a o rok později byl zařazen do služby. CRJ se stal prvním moderním letadlem určeným pro krátké tratě. První konkurenci pro CRJ představoval Embraer ERJ-145, který vstoupil do služby až v polovině 90. let. Po útocích 11. 9. 2001 a druhé válce v Perském zálivu, však došlo k poklesu zájmu o proudové regionální letouny a ty se provozovaly pouze v místech, kde bylo potřeba přepravy mezi malými městy na velké vzdálenosti. Výroba CRJ byla ukončena v roce 2014.^[49]

Konstrukce

Kabina letounu určená pro dvoučlennou posádku může být na přání zákazníka vybavena systémem FMS. Pro nástup a výstup cestujících do kabiny slouží jedny dveře umístěné na přídi na levé straně trupu, dále jsou pak uprostřed trupu umístěny dva nouzové východy.

Kabina pro cestující CRJ je vybavena 50 sedadly, která jsou řazena po 4 v řadě s jednou uličkou. V zadní části letadla se nachází nákladový prostor o objemu 8,71 m³ a je přístupný dveřmi v levé části trupu.^[48]

K pohonu letounu slouží dvojice dvouproudových motorů General Electric CF34-3A1, které jsou umístěny v gondolách na bocích trupu v zadní části letadla. Na křídle CRJ je umístěn vnější a vnitřní pár vztlakových klappek. Před vnějším párem se nachází spoilery. Na vnějších stranách křídla jsou instalována křídélka a ke zvýšení vztlaku a zlepšení letových vlastností jsou na koncích křídel umístěny winglety.^[47]

Třibodový podvozek letounu je tvořen příďovou dvoukolovou nohou, která se zatahuje směrem dopředu a dvěma nohami hlavní podvozku, které se zatahují směrem k trupu letadla.

Verze

CRJ-100: První sériově vyráběná verze.

CRJ-200: Modifikovaná verze, která je vybavena silnějšími a úspornějšími motory, díky čemuž má letoun navýšenou maximální vzletovou hmotnost a prodloužený dolet.



Obr. 2.4 Bombardier CRJ-100 společnosti Lufthansa ^[49]

2.5 British Aerospace BAe 146/Avro RJ Avroliner

Práce na letounu začaly v roce 1973, kdy se firma Hawker Sideley rozhodla za státní podpory vyvinout letoun s tichým provozem. Z finančních důvodů však projekt neprobíhal hladce, avšak roku 1977 po začlenění Hawker Sideley do British Aerospace byl celý program zahájen a roku 1981 letoun poprvé vzlétl. Sériová výroba dílů probíhala v několika závodech po Velké Británii a také v USA a ve Švédsku. Roku 1989 byla změněna obchodní politika BAe, což mělo za následek změnu názvu pro americký trh na Avro RJ (Regional Jetliner) a označení verze podle počtu sedadel. Toto označení se posléze začalo používat i na evropském trhu. Modely RJ mají narozdíl od předchozích verzí modernizované vybavení kabiny, vylepšenou klimatizaci a nové pohonné jednotky. Sériová výroba letounu byla ukončena v roce 2001.^[50]

Konstrukce

Trup BAe 146 je poloskořepinové celokovové konstrukce s kabinou vyztuženou stingery. Na konci trupu se nacházejí vyklápěcí aerodynamické brzdy, které tvoří kuželový konec trupu. Na levém boku trupu jsou dvojce dveře pro nástup posádky a pasažérů, přičemž u nákladní verze jsou zadní vrata větší.^[20]

Při uspořádání do 2 tříd jsou sedadla řazena po pěti v jedné řadě. Sedadla jsou široká 0,54 m a rozteč mezi nimi je 0,79 m. Ulička mezi sedadly je široká 0,53 m.

K pohonu letounu se používají čtyři proudové turbodmychadlové motory typu ALF502R-2 nebo Textron Lycoming LF507 u verze RJ. Díky svému umístění na pylonech pod křídlem je usnadněna údržba motorů. Motory se vyznačují velmi tichým chodem a letoun díky nim lze použít i na letištích, kde je povrch zpevněn jen částečně. BAe 146 má celkem tři palivové nádrže v křídlech, přičemž je možnost instalovat další dvě nádrže. Je to hornokřídový jednoplošník s celokovovými křídly o šípovitosti 15°. Na křídle jsou Fowlerovy klapky, které se ovládají hydraulicky. Na křídlech je také spoiler, který se nachází mezi Fowlerovými klapkami a křídélky, a je ovládán rovněž hydraulikou. Křídélka jsou mechanicky ovládaná a mají vyvažovací plošky. Celokovové samonosné ocasní plochy letounu s chemickým potahem jsou ve tvaru písmene T. Výškové kormidlo s vyvažovacími ploškami je ovládáno ručně a směrové pomocí posilovačů.

Podvozek letounu je příďového typu, přední noha je dvoukolová a zatahuje se do trupu. Hlavní nohy se zatahují do boků trupu, jsou taky dvoukolové a navíc jsou vybaveny vícekotoučovými brzdami. Podvozek je zatahován hydraulicky.

Verze

BAe 146-100 / Avro RJ70: Této verze určené pro 70-85 pasažérů bylo vyrobeno celkem 33 kusů, které byly dodány menším společnostem a 3 stroje si převzala Královská letka RAF, po jejíž rozpuštění je jako VIP stroje pro 19 cestujících provozuje 32. squadrona.^[51]

BAe 146-200 / Avro RJ85: Verze -200 byla vytvořena prodloužením trupu BAe 146-100 o 2,39 m, což mělo za následek zvýšení kapacity o 15 sedadel. Celkem bylo vyrobeno 122 kusů převážně pro americké a britské společnosti. BAe 146-200 se stalo první obchodním letadlem provozovaným na Antarktidě. Tuto linku mezi Punta Arenas a základnou Teniente na Ostrově krále Jiří zavedla Chilská společnost LAN-Chile.

BAe 146-300 / Avro RJ100: Verze -300 vznikla dalším prodloužením letounu o 2,4 m před křídlem a 2,34 m za křídlem a zvýšením kapacity až na 115 pasažérů.

Mezi další verze se řadí speciální nákladní verze, která je označena jako BAe 146QT a verze, kterou lze přeměnit buď pro náklad, nebo pasažéry, a ta je označena jako BAe 146 QC. S menším úspěch jsou nabízeny i vojenské verze. Dále se vyráběla i protipožární verze letounu a modifikace na vzdušný tanker.



Obr. 2.5 British Aerospace BAe 146-200 společnosti Air Nostrum^[52]

2.6 British Aerospace ATP/Jetstream 61

Vývoj ATP započal roku 1984 a vznikl prodloužením trupu modelu firmy Hawker Siddeley Hs.728. První let ATP se uskutečnil v roce 1986 a o dva roky později byl uveden do provozu. Od začátku měl letoun problém se prosadit s konkurencí ATR-72 a Dash 8 kvůli své nízké rychlosti. V roce 1992 byla výroba ATP přesunuta do Prestwicku a letoun se začal označovat pod novým názvem Jetstream 61, který měl vyšší výkon díky motorům Pratt & Whitney Canada PW127D, o 6 míst větší kapacitu a nové vnitřní zařízení. Roku 1995 byla jeho výroba ukončena, přičemž bylo vyrobeno 63 letounů ATP a pouhé 4 stroje Jetstream 61.^[53]

Konstrukce

Celokovový trup letounu je kruhového průřezu, uvnitř trupu může být posunuta přední přepážka kabiny a letoun tak může přepravovat náklad i cestující zároveň. ATP má zašpičatělou přední část, což jej liší od HS. 748. Dalším rozdílem je svislá ocasní plocha ATP, která je šípovitého tvaru.

Posádku letounu tvoří 2 piloti. V pilotní kabině se nachází systém EFIS a digitální avionika. V kabině letounu se nachází 64 sedadel v řadách po čtyřech.

O pohon ATP se starají dva turboprtulové motory typu Pratt & Whitney Canada PW126As se šestilístými vrtulemi typu Hamilton Standard. Tyto vrtule se otáčejí o třetinu pomaleji než u předchozích letadel, díky čemuž hlučnost ATP byla menší o čtyři pětiny než u proudových letadel. Snížení otáček však znamenalo snížení letových výkonů.

Podvozek letounu tvoří přední dvoukolová noha zatahovatelná dopředu do trupu a dvě dvoukolové nohy zatahovatelné do gondol motorů.^[9]



Obr. 2.6 British Aerospace ATP společnosti British Airways^[54]

2.7 British Aircraft Corporation BAC 1-11

Historie BAC 1-11 se začala psát roku 1956, kdy firmy Vickers a Hunting nezávisle začaly pracovat na letounu, který by nahradil Vickers Viscount. V roce 1960 se pod nátlakem Britské vlády obě firmy spojili spolu s firmami Bristol a English Electric do konsorcia BAC a v roce 1961 se dohodly, že budou pokračovat v projektu firmy Hunting 107. V roce 1963 se poprvé vznesl testovací model, který ovšem v říjnu téhož roku havaroval, když se dostal do polohy se sklonem osy trupu 35° a letoun se v tomto postavení zřítil. Britové tento nedostatek odstranili zvětšením hloubky křídla u trupu, přestavbou náběžné hrany křídla a instalací aerodynamických plůtků. Tato a další dvě nehody protáhly testování letounu, které skončilo až v roce 1965 a letoun byl uveden do provozu. Poslední 1-11 byl vyroben v roce 1984. Od 90. let letecké společnosti začaly stahovat 1-11 z provozu a v současné době je v provozu poslední letoun u společnosti Northrop Grumman.^[55]

Konstrukce

Při stavbě 1-11 je využita metoda obrábění velkých částí potahů z duralu přímo do požadovaných tvarů. Stejná metoda je využita i na vnitřní výztužné profily, což zvyšuje celkovou pevnost konstrukce a odolnost vůči únavovým jevům. Pro vstup cestujících do přetlakové kabiny je určena sklopná rampa na zádi letounu, umístěná mezi motory a přední dveře na levém boku letadla, které mohou být vybaveny sklopnými schody na přání zákazníka.^[56]

Při uspořádání do dvou tříd je v obchodní třídě 16 sedadel řazených po 4 s jednou uličkou a 49 sedadel ekonomické třídy, která jsou řazena po pěti s jednou uličkou.^[57]

K pohonu letounu slouží dva motory Rolls-Royce Spey 506-14, které jsou umístěny po stranách v zadní části trupu. Při konstrukci křídla je využita metoda lepení kovových dílů Redux. Na křídle se nachází velké Fowlerovy klapky a křídlo je na obou koncích vybaveno detektory úhlu náběhu, aby nedošlo k nehodě, která se stala testovacímu modelu.^[1]

Podvozek 1-11 je tvořen přední dvoukolovou nohou a dvěma dvoukolovými nohami hlavního podvozku. Podvozek letounu je velmi nízký, což usnadňuje údržbu pozemnímu personálu. Zároveň je podvozek relativně lehký, proto je snadno zvládnutelný při zatahování.

Verze

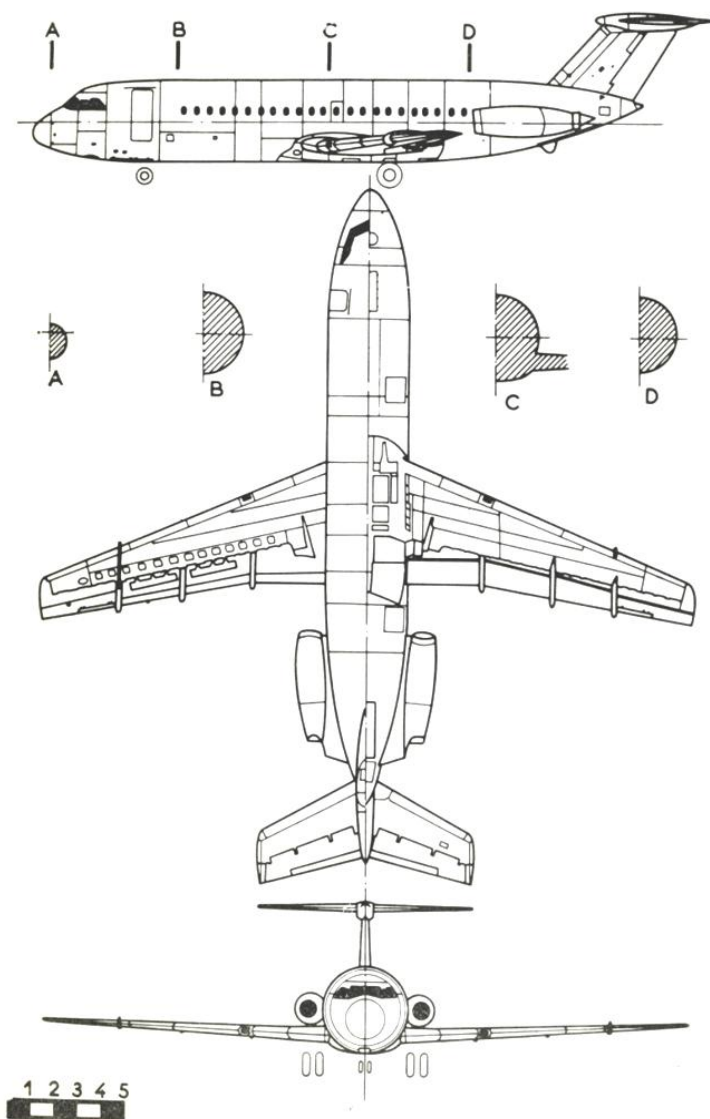
BAC 1-11 200: První produkční verze

BAC 1-11 300: Oproti 1-11 200 má vylepšené motory a zvětšený obsah palivových nádrží

BAC 1-11 400: Je to verze 300, která je vybavena americkým vybavením. Vyráběla se také verze 1-11 475, což byl letoun s trupem 400 a s křídly 500 a poté ještě verze označená jako 1-11 670, která měla oproti 475 navíc lepší aerodynamiku a byla snížena hlučnost letounu.

BAC 1-11 500: Poslední verze 1-11, která má prodloužený trup a zvýšenou kapacitu letounu. Verze 500 je navíc také vybavena novými výkonnějšími motory. Z této verze vychází 1-11 510 ED, který je speciálně vyroben pro British Airways a má kokpit speciálně upravený tak, aby byl podobný s letounem Hawker-Sideley Trident.

Další verze letounu byly vyráběny v Rumunsku pod označením Rombac 111-495 (1-11 475) a Rombac 111-560 (1-11 500).



2.7 BAC 1-11 200^[4]

2.8 Dassault Mercure

Po úspěchu se strojem Mystère-Falcon se firma Dassault rozhodla vyrobit přímého konkurenta Boeingu 737, který by však přepravil více cestujících větší rychlostí. Letoun měl mít menší dolet a měl být přizpůsoben provozu na krátkých tratích. První let se uskutečnil roku 1971 a roku 1974 byl zařazen do provozu u společnosti Air Inter. Konstrukteři letounu udělali zásadní chybu, když pro letoun navrhly malé palivové nádrže a tak letoun potřeboval pro delší provoz neustálé, časově nákladné tankování. Mercure se tak neukázal jako ekonomicky výhodný a kromě 10 kusů pro Air Inter už žádné další objednávky nepřišly a projekt byl s obrovskými ztrátami zrušen.^[1]

Konstrukce

Posádka letadla je tvořena 2 piloty, avšak letouny společnosti Air Inter měly tříčlennou posádku. V obchodní třídě byly 3 řady sedadel po 4 s roztečí 0,96 m a ekonomická třída byla tvořena 20 řadami po 6 sedadlech s roztečí 0,81 m. Mercure má celkem tři nákladové prostory, jeden před křídly a dva za nimi.

K pohonu Dassault využil dvojici dvouproudových motorů Pratt & Whitney JT8D-15 s reverzí tahu a navíc si pro ně vyvinul akustické tlumiče. Na odtokové hraně křídla jsou šterbinové klapky a křídélka. Na horní straně křídla má Mercure spoilery ke snížení tlaku.^[9]

Povozek letounu se skládá z přední dvoukolové příďové nohy, která se zatahuje směrem dopředu a dvou dvoukolových noh umístěných pod křídly, které jsou zatahovatelné směrem k trupu do centroplánu letadla.



Obr. 2.8 Dassault Mercure společnosti Air Inter^[58]

2.9 De Havilland Canada DHC-7 Dash 7

Práce na novém typu letadla byly zahájeny na počátku 70. let, po vydání nových norem, které omezovaly hlučnost letadel. První prototyp tohoto letadla vzlétnul roku 1975 a roku 1978 byl uveden do provozu. Dash-7 byl pro svou schopnost krátkého vzletu a přistání (STOL) velmi oblíbený u společností, které operovaly z London City Airport, především London City Airways a Brymon. Až do prodloužení dráhy byl Dash-7 jediným letadlem své kategorie, který mohl z London City Airport operovat. Piloti operující z tohoto letiště museli být speciálně školeni pro velké úhly přistávání, které dosahovaly až 7°. Po prodloužení letiště byl nahrazen Dash 8, ATR-42 a BAe-146, hlavně kvůli menšímu doletu, rychlosti a kapacitě. Definitivně byla výroba Dash 7 ukončena roku 1988.^[59]

Konstrukce

Trup DHC-7 je konstruován podle zásady „fail save“, tedy bezpečný při poruše a je přetlakován. Ocasní plochy letounu jsou ve tvaru písmene T a jsou konstruovány, aby vyhovovaly schopnosti STOL. Dash 7 má vysokou svislou ocasní plochu a díky tomu má vysoko i vodorovnou ocasní plochu. Obě ocasní plochy jsou tak ochráněny proudem zvířeného vzduchu z vrtulí. Kvůli svému velkému směrovému kormidlu je letoun dobře ovladatelný při nízkých rychlostech a umožňuje mu přistávat za silného bočního větru až 65 km/h. Díky vodorovnému výškovému kormidlu má navíc letoun skvělé řízení sklonu. Na zadní části trupu má letoun zatahovatelnou ostruhu, která brání poškození letounu při vzletu a přistání. Malý kokpit letounu je určen pro dva piloty a je vybaven mimo jiné autopilotem, meteorologickým radarem a systémem pro navádění letu.^[9]

V klasickém uspořádání se v Dash 7 nachází 50 sedadel pro cestující. Sedadla jsou řazena po 4 v jedné řadě s roztečí 0,81 m a jednou uličkou.

K pohonu DHC-7 slouží čtyři turbovrtulové motory Pratt & Whitney Canada PT6A-50. Motory jsou poháněny čtyřlístými vrtulami s konstantními otáčkami. Díky svým velkým rozměrům a nízkým otáčkám vrtule udržují hladinu hluku na nízké úrovni. Necelých 80% rozpětí křídel letadla zabírají dvoušterbinové klapky. Pro schopnost STOL jsou nejdůležitější kombinované Fowlerovy a šterbinové klapky. Řízení kolem podélné osy podporují spoilery, které jsou umístěny na horní části nosných ploch křídel.^[60]

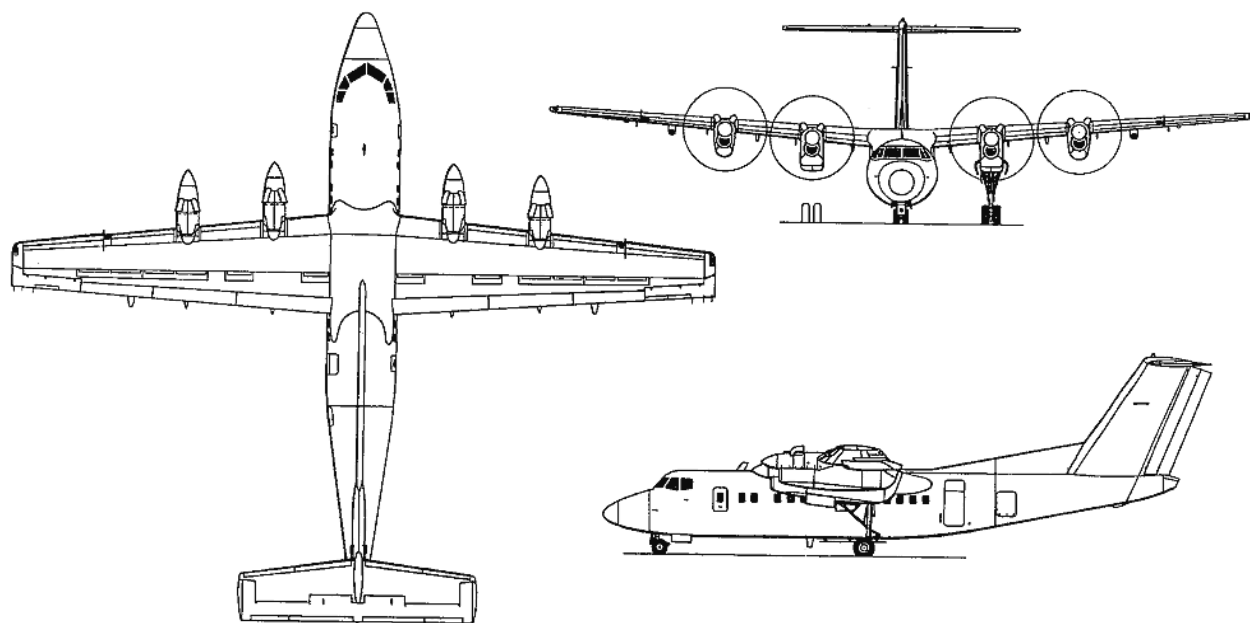
Podvozek Dash 7 je tvořen přední dvoukolovou nohou zatahovatelnou směrem dozadu a dvěma dvoukolovými nohami hlavního podvozku, které se zatahují do gondol motorů. Podvozek je robustní konstrukce a je uzpůsoben přistávání při vysokých rychlostech.

Verze

Dash 7-100: Původní verze Dash 7, vychází z ní verze Dash 7-101, která se může využít i k nákladním účelům.

Dash 7-102: Tato verze má oproti původní zvýšenou MTOW, vychází z ní opět nákladní verze označená Dash 7-103. Letadla této verze, které létají ve Velké Británii, se označují Dash 7-110, respektive Dash 7-111 pro nákladní verzi.

Dash 7-150: Verze se zvýšenou maximální vzletovou hmotností a se zvětšenými přídatnými nádržemi.



Obr. 2.9 De Havilland Canada DHC-7 Dash 7^[61]

2.10 De Havilland Canada DHC-8 Dash 8

Při výběru koncepce nového letounu na krátké trasy se firma De Havilland Canada inspirovala hlavně svými předchozími modely z kategorie STOL. Konstrukce nového letadla označené jako Dash X tak vycházela z armádního DHC-4 Caribou, DHC-5 Buffalo, DHC-6 Twin Otter a Dash 7, který se vyznačoval výbornými letovými vlastnostmi. Projekt byl poprvé představen na Paris Air Show v roce 1979 a pod označením Dash 8 byl roku 1980 schválen. První prototyp letounu vzlétl v roce 1983 a v roce 1984 byl první Dash 8 zařazen do provozu u společnosti NorOntair. Díky své nenáročnosti a odolnosti vůči extrémním klimatickým podmínkám se letounu doznaly značné oblibě v Austrálii.^[18]

Konstrukce

De Havilland Canada zvolil pro Dash 8 osvědčenou konstrukci trupu s ocasními plochami ve tvaru písmene T. DHC-8 je vyroben z hliníkových slitin a na spojení částí trupu jsou využity lepené spoje. Kryty šachet podvozku a odtoková hrana křídla jsou zhotoveny z pevných a lehkých kompozitních materiálů. Kokpit letounu je vybaven sedadly pro dva piloty a palubního průvodce. K řízení letounu se používá dvoukanálový digitální řídicí systém AFCS. V kokpitu se nachází také meteorologický radiolokátor a celý trup je plně klimatizován. V přední části trupu má Dash 8 na levé straně vstupní dveře s integrovanými schůdky. Nalevo na zádi má dozadu otevíratelná nákladová vrata a ve střední části trupu po obou stranách se nacházejí nouzové východy.

V klasickém provedení do dvou tříd má Dash 8 v kabině 37 sedadel, která jsou uspořádána v řadách po 4 čtyřech s roztečí 0,78 m.^[62]

K pohonu Dash 8 jsou využity turbovrtulové motory firmy Pratt & Whitney Canada PW120. Motory jsou umístěny na křídle v gondolách a k jejich pohonu slouží čtyřlísté stavitelné vrtule Hamilton Standard. Nad motory se nachází plnicí otvor, který je uzpůsoben i pro tlakové plnění paliva. Křídlo Dash-8 má šípovitost $3^{\circ}1'$, je dvounosníkové kovové konstrukce s využitím kompozitů na náběžnou hranu. Vnitřní prostor křídla se využívá jako palivová nádrž. Na náběžné hraně křídla jsou umístěny přistávací světlomety a odmrazovací systém.

Na odtokové hraně křídla se nachází jednoštěrbínové Fowlerovy klapky a po obou stranách motorových gondol jsou spoilers. Na koncích odtokové hrany jsou mechanicky ovládaná křídélka.

Povozek letounu se skládá z elektronicky říditelné dvoukolové předové nohy, která je vybavena brzdami Goodrich. Hlavní podvozek letounu je tvořen dvěma dvoukolovými nohami, které jsou umístěny v gondolách motorů. Původně se měly zatahovat do aerodynamických krytů směrem k trupu, ale po studii Dash 7 bylo od plánu upuštěno a podvozek se zatahuje do zadní části motorových gondol.^[19]

Verze

Dash 8-100: První verze Dash-8, která se díky schopnosti startovat v náročných klimatických podmínkách stala oblíbenou hlavně v Austrálii.

Dash 8-200: Tato verze vychází z Dash-8-100 má stejnou kapacitu a je určena speciálně pro provoz v horských podmínkách a při vysokých teplotách.

Dash 8-300: Verze -300 vznikla z důvodu rostoucích požadavků na kapacitu a proto má trup prodloužený o 3,4 m, což zvýšilo kapacitu o necelých 40%. Letoun si zachoval standard cestování a výrazně se zvětšila ekonomičnost provozu. Na přání zákazníka je do něj namontována APU.

Dash 8-400: Verze -400 vznikla ve snaze prosadit Dash-8 na americkém trhu. Velkou přestavbou prošel trup, který je o 6,25 m delší než -300 a pojme až 78 cestujících v jedné třídě. Oproti předchozím verzím je v ní použita avionika Sextant. Dalším rozdílem je, že k pohonu nových motorů PW150 využívá šestilísté vrtule Dowty R408.



Obr. 2.10 DHC-8-400 společnosti Air Canada Express^[63]

2.11 Fokker F27 Friendship

Poté co kvůli druhé světové válce firma Fokker přerušila projekt letadla, které by mělo konkurovat Douglasu DC-3, se na počátku padesátých let k projektu vrátila a roku 1951 započal vývoj, který podpořil i Nizozemský institut pro vývoj letadel a účastnila se ho i společnost KLM. První prototyp byl zalétán roku 1955, zjistilo se však, že zadní část trupu je moc těžká a letoun není vyvážen. Roku 1957 se začal testovat druhý prototyp, který již odpovídal sériově vyráběné F27. Mezitím už společnost Fokker začala dostávat první objednávky a roku 1958 byl letoun zařazen do provozu na linku Dublin-Paříž. Prodlevu mezi zalétáním a uvedením do provozu způsobil problém s potahovými panely křídla. Už během testování letounu

došlo na jednání mezi Fokkerem a americkou společností Fairchild, která díky ní začal vyrábět F27 pro americký trh.^[1] Verze od Fairchildu se odlišovala brzdami, pneumatikami, klimatizací, povětrnostním radarem na přídi a dalšími palubními systémy. Poslední F27 byl vyroben roku 1986 a poté nahrazen typem Fokker 50.

Konstrukce

F27 je samonosný hornokřídový jednoplošník. Na trup byla použita technologie lepení plechů, čímž došlo k úspoře hmotnosti. Využito bylo i skelného laminátu například na špičku příde nebo na dveře. Dveře pro vstup cestujících jsou nalevo v zadní části letounu. Naproti dveřím je toaleta. Přední dveře jsou určeny pro náklad.

Sedadla jsou v kabině pro cestující řazena po 4 s roztečí 0,84 m nebo se sníženou roztečí na 0,78 m, což zvýší kapacitu o 4 sedadla.

Letadlo je poháněno dvojicí turbovrtulových motorů typu Rolls-Royce Dart 6 (nebo 7) a čtyřlísté vrtule jsou firmy Dowty Rotol. Křídlo o šípovitosti 3°30' je celokovové, konstrukce je nýtována a svařováno. Náběžná hrana křídla je z kompozitního materiálu. Jednoslotové mechanicky ovládané klapky jsou téměř po celé délce křídla, jsou pouze rozděleny gondolami motorů. Křídélka jsou vybavena vyvažovacími ploškami.^[64]

Podvozek F27 se skládá s přední jednokolové podvozkové nohy, která se zatahuje směrem dopředu do podvozkové šachty. Dvoukolové podvozkové nohy hlavního podvozku se zatahují do gondol motorů směrem dozadu.

Verze

F27-100: První verze, která byla sériově vyráběna a vycházela z druhého prototypu letadla.

F27-200: Tato verze byla prodloužena o 0,46, byla vybavena silnějšími motory Rolls-Royce Dart 528-7 a měla menší vrtuli. Počet míst pro cestující vzrostl až na 52.

F27-500: Verze, která se od předchozí lišila také prodlouženým trupem o 0,9 m před křídlem a 0,6 m za křídlem. Do letadla se vlezlo 52 cestujících. Verze -500 měla také zvětšené nákladové dveře.

Dalšími verzemi letadla jsou vojenské F27-300M Trootship, F27-400M, F27-500M, F27MAR a F27ME. Dále se F27 vyráběl v kombinovaných verzích určených pro přepravu osob i většího nákladu F27-300 Combiplane a F27-600.



Obr. 2.11 Fokker F2-200 Friendship společnosti Icelandair^[65]

2.12 Fokker F.28 Fellowship

První nápad na pokračovatele úspěšného F27 pochází z roku 1962. Kvůli finanční náročnosti vývoje se firma Fokker spojila s dalšími koncerny a nakonec se na projektu podílely další 3 subjekty MBB, VFW a Short. Fokker si vzal na starost před s pilotní kabinou, střed trupu, centrován a montáž, MBB a VFW přední a zadní část trupu, gondoly motorů a ocasní plochy a Short vnější části nosných ploch. Testování prototypů proběhlo roku 1967, jediný problém byl, že při pevnostní zkoušce praskl potah vnějšího křídla u vývodu vedení palivoměru. Letoun byl certifikován roku 1969. Výroba letounu byla ukončena roku 1987.

Konstrukce

F.28 je samonosný dolnokřídový jednoplošník. Trup je skořepinové konstrukce vyztužený podélnými Z profily. Na přední letadla je povětrnostní radiolokátor. Přední dveře jsou na levé straně a mají vestavěné dveře. V přední části letadla je kabinka pro palubní personál a kabina pro cestující sahá až k motorům.

Posádka letounu je tvořena 2 piloty. V klasickém uspořádání má F. 28 pro cestující 65 sedadel, která jsou řazena po pěti v jedné řadě s jednou uličkou. Zavazadlové prostory se nachází pod podlahou, za křídlem a za kabinou.^[67]

K pohonu letounu slouží dvojice dvouproudových dvouhřídelových motorů Rolls-Royce Spey 555-15, které jsou umístěny na bocích zadní části trupu. Křídlo má šípovitost 16° je dvounosníkové konstrukce a skládá se z pěti částí. Na křídlech jsou hydraulicky ovládané křídélka, dvoušterbinové Fowlerovy klapky a vztahové klapky, které se nachází na plochých kapkovitých tělesech. V případě natočení Fowlerových klapek o více než 5°, jsou křídélka doplněna hydraulicky ovládanými spoilery, kterých je pět na každém křídle. Ocasní plochy letounu jsou tvaru písmene T, směrové kormidlo je ovládáno hydraulikou a výškové kormidlo mechanicky.^[66]

Podvozek F.28 je tvořen přední dvoukolovou nohou zatahovatelnou směrem dopředu. Hlavní část podvozku tvoří dvě dvoukolové nohy, které se zatahují směrem k trupu a jsou

umístěny na křídlech. Letoun má dva na sobě nezávislé hydraulické systémy. K brzdění používá F.28 kromě obraceče tahu motorů brzdící štíty, které jsou tvořeny dvěma segmenty na zádi a po přistání se rozevrou a slouží jako aerodynamická brzda.

Verze

F.28-1000: První sériová verze.

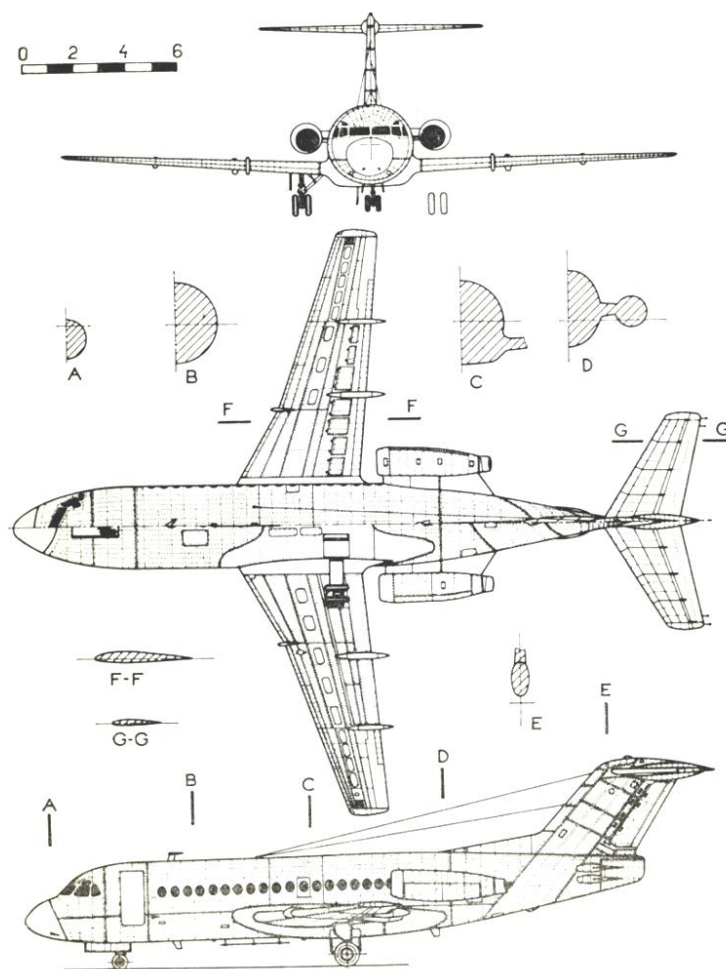
F.28-2000: Byl představen roku 1971 a je určen až pro 79 cestujících. Jeho dolet je 1300 km a má o 2,21 m delší trup než předchozí verze. To mělo za následek zvýšení vzletové hmotnosti, avšak motory měly stejný výkon jako F.28-1000. I proto se prodalo jen 10 kusů.

F.28-3000 Verze, která je kombinací trupu verze F.28-2000 a křídel z verze F.28-4000.

F.28-4000: Tato verze má ještě delší trup než předchozí dvě. K pohonu jsou využity výkonnější motory s větší výkonností a nižší spotřebou. Letoun je určen pro přepravu až 85 pasažérů a jeho užitečné zatížení mohlo být až 9 076 kg. Bylo vyrobeno celkem 112 kusů.

F.28-6000: Zdokonalená verze, která měla odstranit potřebu poměrně dlouhé rozjezdové dráhy. Měla nové motory, o 1,5 m větší rozpětí křídel, které měly na náběžné hraně sloty a vyztuženou kostru. Této verze však byly vyrobeny pouhé 2 letouny.

Dalšími verzemi byla verze F.28-1000C pro dopravu nákladu i pasažérů a verze F.28-6600 pro japonský trh.



Obr. 2.12 Fokker F.28-1000 Fellowship^[5]

2.13 Fokker 50/60

Vývoj Fokkeru 50 započal na začátku osmdesátých let za účelem nahradit úspěšný F27 Friendship. Konstrukce pro nový letoun byla hodně přepracována avšak v některých ohledech a i rozměrově připomíná Friendship. Modernizace se dotkla výrazně hlavně interiéru letadla, avioniky a draku letadla. Navzdory svému původu v padesátých letech dokázal být rovnocenným soupeřem svým konkurentům, jako byly například ATR. První let nového Fokkeru se uskutečnil roku 1985 a od roku 1987 byl zařazen do provozu. Souběžný vývoj Fokkeru 50 a Fokkeru 100 vyčerpal firmu Fokker po finanční stránce a tak byla roku 1996 donucena vyhlásit bankrot, což mělo za následek konec výroby obou letadel, která se i přes to stále používají.^[68]

Konstrukce

Trup celkově vycházel z prodloužení F27 a byl vybaven více okny obdélníkové tvaru (F27 měl elipsovité). F50 má kompletně přepracovaný kokpit určený pro dvoučlennou posádku. Kokpit vyrobila firma Honeywell a na svou dobu je vybaven nejmodernější avionikou.

Sedadla jsou řazena po 4 v jedné řadě, na každé straně jsou 2 sedadla a mezi nimi ulička široká 0,457 m. Při maximální kapacitě 56 pasažérů je rozteč sedadel 0,76 m, při obsazení 46 pasažéry je rozteč 0,86 m.^[69]

Velký rozdíl mezi F27 a Fokkerem 50 je v motorech. O pohon se starají dva turboprotolové, elektronicky řízené motory typu Pratt & Whitney PW127B se šestilístými vrtulemi, které jsou ekonomicky výhodnější a mají nižší hlučnost. Křídla a ocasní plochy zůstaly v základech stejné, jako tomu bylo u F27, pouze byly na některých místech zesíleny. Konce křídel mají zahnuté ukončení nazývané „Fokklets“, díky kterého má letoun nižší spotřebu paliva.^[9]

Podvozek F50 se shoduje s podvozkem F27, až na přední nohu, která je v případě F50 dvoukolová.

Verze

Fokker 50: Nejrozšířenější verze letounu.

Fokker 60: Prodloužená verze Fokkeru 50 celkem o 1,62 m z toho 1,02 m před křídlem a 0,6 m za křídlem. Má také větší nákladní dveře hned za pilotní kabinou.^[70]



Obr. 2.14 Fokker 50 PH-KVC společnosti VLM^[71]

2.14 Fokker 70/100

Práce na Fokkeru 100 byly zahájeny roku 1983 jako náhrada za F.28 Fellowship. Letoun poprvé vzletl roku 1986 a v roce 1988 byl letoun uveden s úspěchem do služby, především z důvodu, že zaplnil díru na trhu, protože v této době se již nevyráběla letadla s kapacitou kolem 100 míst vyrobená v šedesátých letech. Kromě toho však Fokker 100 vynikal nízkou spotřebou a hlučností a také jednoduchou konstrukcí, což usnadnilo provoz letadla. Poslední stroj byl dodán v roce 1997 po bankrotu firmy Fokker.^[74]

Konstrukce

Konstrukčně Fokker 100 vychází z F.28 Fellowship, má stejný podvozek, zůstala stejná koncepce uložení motorů, které se nacházejí po stranách na zádi trupu a využívá brzdí štíty na zádi. Poloskořepinový trup je kruhového průřezu a je vyráběn z lehkých slitin. Tato konstrukce dosahuje potřebné pevnosti, při snížení celkové hmotnosti letadla oproti konvenčním letounům.

V obchodní třídě jsou sedadla řazena po 4 s roztečí 0,88 m a v ekonomické jsou řazena po 5 s roztečí 0,71 m a uličkou, která je široká 0,48 m.^[73]

K pohonu letadla jsou využity nové výkonnější motory Rolls-Royce Tay, přičemž každý je vybaven reverzí tahu, díky které Fokker 100 potřebuje kratší přistávací dráhu a může tak přistávat i na menších letištích. Pro Fokker 100 byla vyvinuta zcela nová křídla, které mají lepší aerodynamické vlastnosti. Oproti F.28 má také nové klapky a zvětšená křídélka. Náběžná hrana letounu není mechanizována, což usnadňuje údržbu letounu.^[9]

Verze

Fokker 70: Fokker 70 je letoun odvozený od Fokkeru 100. Liší se tím, že je o 4,62 kratší, což mělo za následek snížení kapacity o 25-30 míst a snížení hmotnosti o 2 tuny.^[72]

Fokker 100: Nejrozšířenější verze letounu.



Obr. 2.15 Fokker 100 společnosti Qantas^[75]

2.15 Hawker Siddeley HS.121 Trident

Vývoj Tridentu začal v roce 1956, kdy BEA vypsal konkurz na nové proudové letadlo, které mělo operovat na krátkých a středních tratích a pro maximální potřebnou vzletovou dráhu 1 830 m. Vítězně vyšel projekt firmy De Havilland DH121 pojmenovaný Trident. Poté co se roku 1960 firmy De Havilland stala součástí Hawker Siddeley, dostal letoun označení HS.121. V roce 1960 byla zahájena jednání s American Airlines o nákupu Tridentů, ale Američané se nakonec rozhodli pro konkurenta Boeing 727. Trident poprvé vzlétl v roce 1962 a od roku 1964 byl zařazen do služby u BEA. Navzdory tomu že Trident patřil ve své době k nejrychlejším letounům jeho neekonomický provoz a malá kapacita neobstála v konkurenci, kterou představoval právě B727. Hawker Siddeley sice zareagoval verzí s větší kapacitou a silnějšími motory, ale Boeing získal již plno zakázek na B727 a Trident si tak objednalo jen pár společností z Asie, zejména z Číny, kde také sloužil Trident nejdéle. Ačkoliv Trident patřil k přelomovým letounům historie se jej vyrobilo pouhých 117 kusů a na počátku 90. let byl provoz letounu ukončen.^[76]

Konstrukce

Trup letounu je celokovové konstrukce. Ocasní plochy letounu mají tvar písmene T. Na konstrukci letounu jsou využity díly ze slitin duralu a metoda lepení jednotlivých plechových částí Redux. Ke vstupu cestujících slouží dveře umístěné na levé straně trupu. Pro zajištění technické spolehlivosti má Trident většinu soustav pro ovládání letounu trojitou a okruhy soustavy jsou na sobě nezávislé. Jako první civilní letadlo měl Trident namontovaný zapisovač letových dat.^[77]

Při standardním rozmístění sedadel letoun pojme 78 cestujících, pro které je připraveno 16 sedadel v první třídě a 62 v třídě turistické, která jsou řazena po pěti v jedné řadě a jsou oddělena jednou uličkou. Při uspořádání sedadel do jedné třídy letoun pojme 97 až 101 sedadel.^[81]

Trident se vyznačuje na svou dobu přelomovým uspořádáním motorů Rolls-Royce RB Spey 505-5. K pohonu letounu jsou využity 3 motory, přičemž střední motor je vsazen do záď trupu a jeho vstupní otvor pro vzduch se nachází v protaženém kýlu na hřbetě trupu. Zbývající dva motory, které jsou vybaveny obracečem tahu, jsou umístěny na bocích trupu na zádi letadla. Díky umístění motorů má Trident čisté křídlo o šípovitosti 35°.^[1]

Hlavní podvozek letounu tvoří dvě dvoukolové podvozkové nohy umístěné pod křídly. Velkou zvláštností konstrukce Tridentu je přední dvoukolová podvozková noha, která je ne-tradičně umístěna na levém boku mimo podélnou osu letounu a zatahuje se směrem doprava.

Mezi závažné nedostatky Tridentu se řadí potřeba dlouhého rozjezdu a špatná ovladatelnost při nízkých rychlostech.^[80] Proto o Tridentu mezi posádkami kolovaly vtipy, že Trident se odlepí od země pouze díky zakřivení planety, a že přistání se spíše podobá kontrolovanému pádu se šťastným koncem.^[79]

Verze

Trident 1C: První verze vyrobená podle požadavků BEA, která zaujala hlavně svojí vysokou rychlostí, když dosáhla rychlosti až 0,96M. Kromě BEA se však pro letoun nenalézal žádný zákazník z důvodu malé kapacity letounu.

Trident 1E: Verze 1E má navýšenou kapacitu 1C až na 140 cestujících. Letoun měl také větší plochu křídla, které je vybaveno sloty na náběžné hraně a lepší mechanizaci klappek.

Trident 2E: Tato verze z roku 1967 má oproti Tridentu 1 větší rozpětí křídla, zesílený podvozek a větší palivové nádrže. Jako první letoun na světě má Trident 2E vybaven

plně automatizovaným přistávacím systémem Smith SEP-5 Autoflare a dokáže tak přistát i s viditelností jen na 15 m.^[78]

Trident 3B: Tato verze měla oproti 2B zvětšenou plochu křídel a prodloužený trup, takže jeho maximální kapacita narostla až na 170 pasažérů. Letoun má dále upravené aerodynamické konce křídel. Na zádi trupu letoun má pomocný motor, který má odlehčenou konstrukci.

Super Trident 3B: Verze pod označením Super Trident byly vyrobeny pouhé 2 kusy, které oproti verzi 3B mají vyšší maximální vzletovou hmotnost a dolet až 2 872 km.



Obr. 2.16 Hawker Siddeley HS.121 Trident 3B společnosti BEA^[82]

2.16 McDonnell Douglas DC-9

Projekt na letoun určený pro krátké tratě ohlásila firma Douglas roku 1963. Hned za několik dní Douglas obdržel první objednávku od Delta Airlines. Vývoj letadla Douglasu usnadnila síť subdodavatelů, kteří vývoj jednotlivých součástí hradili ze svého a pak Douglasu prodali hotový produkt. První prototyp DC-9 vzlétl v únoru 1965, osvědčení o letové způsobilosti dostal letoun ještě téhož roku a v prosinci stejného roku již byl zařazen do pravidelného provozu u Delta Airlines. Po sloučení firem Douglas a McDonnell v roce 1967, ke kterému došlo kvůli finančním problémům Douglasu, začal být letoun označován jako McDonnell Douglas DC-9. Výroba DC-9 byla ukončena v roce 1982, avšak v roce 1996 bylo v provozu stále ještě více než 880 kusů a z provozu byl letoun definitivně stažen až v roce 2014.^[83]

Konstrukce

DC-9 je dolnokřídový jednoplošník s ocasními plochami ve tvaru písmene T. Douglas vycházel z francouzského letounu Caravelle, pro který sloužil jako servisní středisko v USA. Pro nástup a výstup cestujících slouží dveře umístěné na levoboku v přední části trupu. Dále má DC-9 dva nouzové východy, které jsou umístěny nad křídlem po obou stranách letadla.^[85]

Při uspořádání do dvou tříd se v kabině pro cestující nachází 16 sedadel první třídy řazených po čtyřech s roztečí 0,86 m a jednou uličkou. V ekonomické třídě se nachází 84 sedadel řazených po pěti s roztečí 0,76 m a jednou uličkou.^[84]

Pohon DC-9 obstarává dvojice motorů Pratt & Whitney JT8D, které jsou umístěny na bocích trupu v zadní části letadla. Gondoly motorů jsou upraveny tak, aby došlo ke snížení hlučnosti motorů a letoun tak splňoval nové předpisy. Křídlo DC-9 má šípovitost 24°. Na

dvou třetinách odtokové hrany křídla má letoun dvoušterbinové vztlakové klapky a na náběžné hraně se nachází sloty. Letoun je vybaven novými konci křídel se sníženým odporem.^[1]

Podvozek letounu je tvořen přední dvukolovou nohou, která se zatahuje směrem dopředu a dvěma dvukolovými nohama hlavního podvozku, které se zatahují směrem k trupu.

Verze

DC-9-10: První sériová verze DC-9 s maximální kapacitou 90 sedadel. Počet objednávek na toto letadlo zastihl firmu Douglas nepřipravenou a ta tak musela stavět nové výrobní závody.

DC-9-20: Verze odvozená z DC-9-30, která je určena pro vysoko položené letiště.

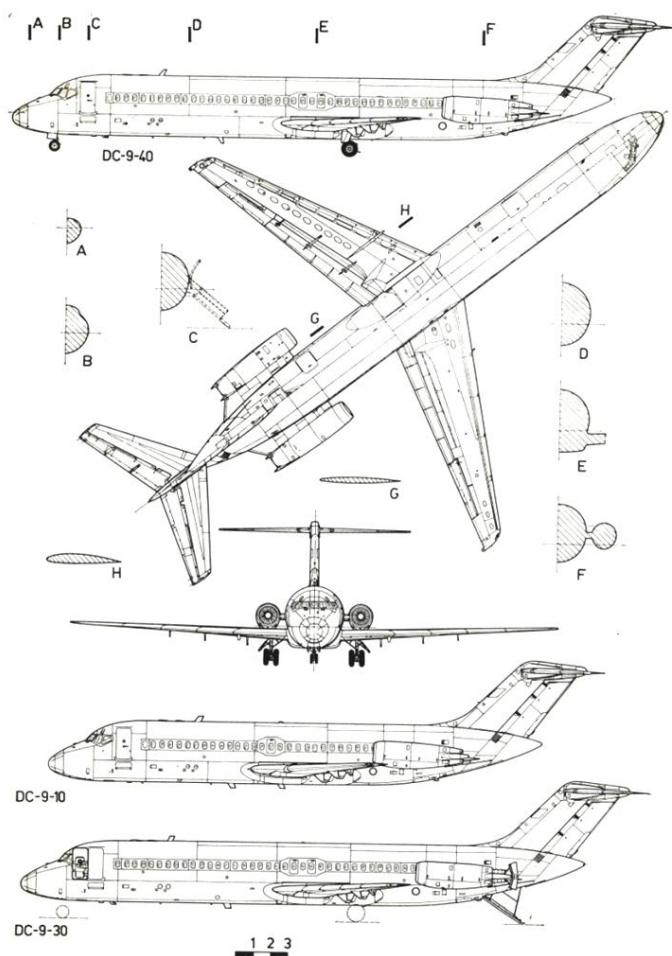
DC-9-30: Nejpočetnější série letounu DC-9.

DC-9-40: Oproti DC-9-30 je opět prodloužená o dalších 1,91 m a má kapacitu až 125 cestujících.

DC-9-50: Verze vznikla opět prodloužením trupu předchozího typu a má kapacitu až 139 pasažérů.

DC-9 Super 80: Verze, jejíž vývoj začal až v roce 1977, poté co několik společností o ni projevilo zájem. Letoun vznikl znovu prodloužením předchozího typu a zvýšením kapacity letadla. Oproti původní verzi je o více než 14 metrů delší.

K dalším verzím DC-9 patří nákladní verze označené písmenem F a verze označovaná CF, kterou lze přestavovat mezi osobním a nákladním provedením.



Obr. 2.17 McDonnell Douglas DC-9^[3]

2.17 Tupolev Tu-134

Tu-134 navazuje na Tu-124 a práce na něm byly zahájeny v důsledku toho, že Aeroflot požadoval letadlo se zvýšenou kapacitou a u Tu-124 bylo konstrukčně nemožné prodloužit trup. Prototyp letounu se začal vyrábět z draku dosud nepostaveného Tu-124, byl prodloužen a motory byly umístěny do zadní části po vzoru Caravelle. Testování letounu započalo v roce 1963 a v roce 1965 byl letoun představen na aerosalónu v Paříži. Na pravidelné linky byl letoun zařazen v roce 1967 a v roce 1971 převzaly svůj první Tu-134 také ČSA. Výrobu letounu Tupolev ukončil v roce 1985.^[10]

Konstrukce

Tu-134 má celokovový trup poloskořepinové konstrukce s kruhovým průřezem, který je rozdělen na 3 části. V přední části trupu se nachází zavazadlový prostor, šachta podvozku a předsíň. Přední vestibul je tvořen bufetem a šatnou pro osádku a je přístupný dveřmi na levé straně trupu a servisními dveřmi na pravé straně trupu, které slouží k nakládání zavazadel a potřeb pro palubní bufet a v případě nouze jej lze použít jako nouzový východ. Ve střední části trupu se nachází kabina pro cestující, která je v případě dlouhé verze rozdělena přepážkou na dvě části, a v případě salónní verze jsou zde navíc umístěny servisní dveře, které lze rovněž použít jako nouzový východ.^[11] Zadní část trupu obsahuje dvě toalety, nákladní prostor, elektroúsek a vodní nádrž. Nákladní prostor je přístupný dveřmi u pravého motoru. Dále se na zádi nachází nepřetlaková komora, ve které je prostor pro brzdící padák a u delších verzí APU.

Posádka je tvořena dvěma piloty a navigátorem. Prostor pro navigátora je buď u přepážky č. 2, nebo mezi piloty v závislosti na konstrukci přídě. S místem navigátora se mění i poloha antény radiolokátoru, která je buď pod podlahou přední části trupu, nebo v přídě letounu. Elektrický systém je tvořen třemi sítěmi centralizovaného napájení, z toho jedna je se stejnosměrným proudem a dvě se střídavým proudem.

Při uspořádání do dvou tříd je celková kapacita 64 pasažérů z toho 16 v první třídě. Sedadla jsou uspořádána v řadách po čtyřech s roztečí 0,93 m v první třídě a roztečí 0,75 m v ekonomické třídě. Mezi sedadly je jedna ulička široká 0,7 m. Přední nákladový prostor má maximální velikost 6 m³ s užitečným zatížením maximální 1 920 kg v závislosti na verzi letadla. Zadní nákladní prostor má objem 8,5 m³ a užitečné zatížení 2 700 kg.

K pohonu letadla slouží dvojice dvouproudových motorů Solovjev D-30, které jsou umístěny na pylonech v zadní části na bocích trupu. Motory D-30 jsou vybaveny obracečem tahu. Každý z motorů má svůj vlastní palivový systém, který je však schopen zásobovat i druhý z motorů. Křídlo o šípovitou 35° je celokovové dvounosníkové konstrukce, přičemž jeho hlavním nosným prvkem je tzv. keson, který je tvořen oběma nosníky, podélníky, žebry a potahem na obou stranách. Na zadní nosník jsou přichyceny křídélka a vztlakové klapky. Vztlakové klapky jsou dvoušterbinové, nacházejí se na odtokové hraně křídla a jsou ovládány elektromechanicky s maximální výchylkou 20° při vzletu a 38° při přistání. Nad klapkami jsou umístěny interceptory a elektrohydraulicky ovládané aerodynamické brzdy s výchylkou 52°. Na každé polovině křídla se nacházejí tři palivové nádrže s tlakovým plněním otvorem na náběžné hraně křídla. Ocasní plochy letounu mají tvar písmene T a jsou vybaveny za letu nastavitelnými stabilizátory. Výškové kormidlo je ovládáno elektricky i lankovým vedením, směrové kormidlo s výchylkou 25° ovládá hydraulika.^[12]

Podvozek letounu je tvořen přední podvozkovou nohou bez brzd, která se zatahuje směrem dozadu do trupu. Hlavní podvozek letounu je tvořen dvěma čtyřkolovými vozíky, které jsou vybaveny kotoučkovými brzdami, tlumiči a setrvačnickem proti zablokování. Vozíky se

zatahují směrem dozadu do gondol, které jsou umístěny na odtokové hraně křídla. Podvozek je ovládán pomocí hydraulického systému, který se dále stará o ovládání interceptorů, brzdění, stěrače čelních skel kokpitu a ovládání směrového kormidla.

Verze

Tu-134A: Tato verze představená v roce 1970 vychází z původní T-134, od kterého se příliš neliší. Vznikla prodloužením trupu letounu o 2,05 m a s tím spojeným nárůstem kapacity až na 80 cestujících. Tato verze má také zesílený trup a podvozek, který měl kola a brzdy převzaté z Iljušinu Il-18. K pohonu využívá druhou sérii motorů Solovjev D-30 se zesíleným vzletovým tahem. Do kokpitu letounu je nainstalovaná modernější avioniky.

Tu-134B: Verze B vznikla na přelomu 70. a 80. let a je oproti A opět vybavena modernější avionikou a motory D-30 III. série, které měly taktéž zvýšený vzletový tah. Tu-134B měla opět zesílenou konstrukci a upravený interiér. Celková kapacita letounu se tak vyšplhala až na 82 pasažérů.

Tu-134 se vyráběl i ve vojenských verzích, dále ve verzích pro kartografický a radiografický průzkum. Od roku 1991 se začaly používat jako výukové letouny pro armádu pod označením Tu-134BU a Tu-134BŠ. Byla také plánována verze Tu-1340K, která měla létat na kapalný vodík, ale nebyla nikdy realizována.^[13]



Obr. 2.18 Tupolev Tu-134A^[86]

2.18 Saab 2000

V roce 1988 se švédská firma Saab rozhodla vyvinout nový letoun s větší kapacitou odvozený z úspěšného modelu Saab 340 pro 37 cestujících, na základě objednávky od švýcarské společnosti Crossair. Cílem konstruktérů bylo postavit letadlo, které spojí ekonomičnost turboprotulového letounu s rychlostí letadla s proudovým pohonem. Mezi další přednosti nově vyvíjeného Saabu 2000 byl také jeho dolet a dobrá stoupavost. Čtyři roky po zahájení vývoje letoun poprvé vzlétnul a roku 1994 byl poprvé zařazen do provozu. I přes své přednosti se však letoun neobstál a z důvodu nízké poptávky byla jeho výroba roku 1999 zastavena.^[87]

Konstrukce

Konstrukce letadla vychází z typu Saab 340 a vznikl prodloužením jeho trupu. Saab 2000 je vyroben z hliníkových slitin, svíslá ocasní plocha, podlaha kabiny a další konstrukční prvky jsou zhotoveny z kompozitních materiálů a uhlíkových vláken. Kokpit letounu je vybaven integrovaným systémem avioniky Colins Pro Line VI a meteorologickým radarem. V letounu je dále instalován systém pro snížení hluku se 72 mikrofony a 36 reproduktory, který snižuje hladinu hluku v kabině pomocí opačného zvukového pole.

V kabině letadla jsou sedadla řazena po třech v jedné řadě. Rozteč mezi sedadly je 0,76 m. Kapacitu letounu lze navýšit posunutím protipožární přepážky v zadní části trupu, čímž se získá místo pro 8 pasažérů na úkor prostoru pro zavazadla. Prostor pro zavazadla se nachází v zadní části trupu, jeho velikost je 10,2 m³ a je přístupný vraty na levé straně trupu.^[88]

Letoun je poháněn turboprotulovými motory typu Allison AE2100A s šestilístými vrtulemi Downty Aerospace z kompozitních materiálů. Díky uspořádání se šesti listy stačí nižší obvodová rychlost vrtulí, což přispívá, spolu s umístěním motorů dál od trupu, ke snížení hlučnosti.^[9]

Podvozek se skládá z přední dvoukolové nohy, která se zatahuje směrem k přídí letadla a dvou dvoukolových noh, které jsou umístěny v gondolách motorů a zatahují se do nich.



Obr. 2.19 Saab 2000 Pakistan Air Force^[89]

Tab. 2.1 Technické údaje turbovrtulových letadel na krátké tratě (část 1)

	ATR-42-300	ATR-42-320	ATR-42-500	ATR-72-200	ATP	Dash 7
Dolet [km]	1 946	1 946	1 326	1 528	1 739	1 279
Dostup [m]	7 620	7 620	7 620	7 600	7 600	7 315
Kapacita [PAX]	48	48	48	70	68	50
Motory [ks]	2x	2x	2x	2x	2x	4x
Výkon [kW]	1 342	1 417	1 610	1 800	2 051	835
Rychlost [km/h]	490	498	556	509	437	428
Rozpětí [m]	24,57	24,57	22,57	27,05	30,63	28,35
Délka [m]	22,67	22,67	22,67	27,17	26,01	24,54
Výška [m]	7,59	7,59	7,59	7,65	7,16	7,98
Hmotnost [t]	10,9	10,9	11,7	13,01	14,242	12,56
MTOW [t]	16,9	16,9	18,6	22,8	23,678	21,319
Palivo [l]	5 730	5 730	5 730	6 367	6 640	5 700
Platící zatížení [kg]	4 300	4 300	5 300	7 200	6 360	5 100
Počet kusů [ks]	189	94	130	564	67	111

Tab. 2.2 Technické údaje turbovrtulových letadel na krátké tratě (část 2)

	Dash 8-100	Dash 8-200	Dash 8-300	Dash 8-400	F27-100	F27-200	F27-500	F50	Saab 2000
Dolet [km]	1 928	1 795	1 626	2 401	1 250	1 250	1 075	1 019	2 222
Dostup [m]	7 620	7 620	7 620	7 620	8 840	8 880	8 690	9 150	9 450
Kapacita [PAX]	37	37	56	78	48	52	56	68	50
Motory [ks]	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x
Výkon [kW]	1 490	1 605	1 775	3 782	1 227	1 653	1 653	1 864	3 096
Rychlost [km/h]	500	546	528	648	364	474	470	500	650
Rozpětí [m]	25,9	25,9	27,4	28,4	29	29	29	29	24,76
Délka [m]	22,3	22,3	25,7	32,8	23,1	23,56	25,06	25,24	27,28
Výška [m]	7,5	7,5	7,5	8,3	8,5	8,5	8,7	8,32	7,73
Hmotnost [t]	10,332	10,443	11,719	16,537	10,295	10,525	11,475	12,52	13,8
MTOW [t]	16,466	16,466	19,505	28,69	18,37	19,73	20,411	19,9	22,8
Palivo [l]	3 160	3 160	3 160	6 530	5 143	5 140	5 140	5 140	5 980
Platící zatížení [kg]	4 183	4 225	6 198	8 524	6 395	-	5 990	5 500	5 500
Počet kusů [ks]	301	104	136	516	85	138	112	208	63

Tab. 2.3 Technické údaje proudových letadel na krátké tratě (část 1)

	CRJ-100	CRJ-200	B717	Bae-146-100	Bae-146-200	Bae-146-300
Dolet [km]	1 815	3 713	3 815	2 870	2 685	2 509
Dostup [m]	12 500	12 500	11 300	9 500	9 500	9 500
Kapacita [PAX]	50	50	115	82	85	116
Motory [ks]	2x	2x	2x	4x	4x	4x
Tah motorů [kn]	38,83	41	93	30	31	31
Rychlost [km/h]	851	851	810	800	800	800
Rozpětí [m]	21,2	21,2	28,46	26,21	26,21	26,21
Délka [m]	26,8	26,8	37,81	26,2	28,6	30,99
Výška [m]	6,2	6,2	8,92	8,61	8,59	8,59
Hmotnost [t]	13,65	13,83	30,898	23,723	24,494	25,356
MTOW [t]	21,52	13,13	54,885	38,102	42,184	44,225
Palivo [l]	5 300	8 080	13 900	11 728	11 728	11 728
Platící zatížení [kg]	4 450	6 120	12 000	6 650	8 075	9 500
Počet kusů [ks]	233	873	111	33	122	71

Tab. 2.4 Technické údaje proudových letadel na krátké tratě (část 2)

	1-11-200	1-11-300	1-11-400	1-11-500	Mercure	F.28-1000	F.28-2000
Dolet [km]	1 410	2 300	2 300	2 744	750	1 850	1 362
Dostup [m]	10 670	10 670	10 670	10 670	12 500	9 150	9 150
Kapacita [PAX]	69	89	89	119	162	65	79
Motory [ks]	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x
Tah motorů [kn]	47,1	50,67	51	55,8	68,89	43,78	43,45
Rychlost [km/h]	742	742	742	742	825	670	670
Rozpětí [m]	26,97	26,97	26,97	28,5	30,55	23,58	23,58
Délka [m]	28,5	28,5	28,5	32,61	34	27,4	29,61
Výška [m]	7,47	7,47	7,47	7,47	11,37	-	-
Hmotnost [t]	21,409	22,1	22,493	24,758	28,9	15,65	16,51
MTOW [t]	35,833	39,462	40,143	47,4	56,5	28,58	29,48
Palivo [l]	10 160	14 024	14 024	14 020	18 400	-	-
Platící zatížení [kg]	7 981	9 083	9 083	11 990	24 700	-	-
Počet kusů [ks]	58	9	70	86	10	118	10

Tab. 2.5 Technické údaje proudových letadel na krátké tratě (část 3)

	F.28- 4000	F.28- 6000	F70	F100	Trident 1C	Trident 1E	Trident 2E	Trident 3B
Dolet [km]	1 903	1 667	1 690	2 956	2 388	3 554	3 910	1 761
Dostup [m]	10 675	10 675	10 668	10 670	12 500	12 500	12 500	12 500
Kapacita [PAX]	85	85	80	107	101	140	149	152
Motory [ks]	2x	2x	2x	2x	3x	3x	3x	3x
Tah motorů [kn]	44	44	85	122	43,8	50,7	53,02	53,02
Rychlost [km/h]	680	678	800	861	932	932	959	858
Rozpětí [m]	25,07	25,07	28,08	28,08	27,38	28,96	29,87	29,87
Délka [m]	29,61	29,61	30,91	35,31	34,97	34,97	34,97	39,98
Výška [m]	8,47	8,47	8,51	8,5	-	-	-	-
Hmotnost [t]	17,117	15,638	22,673	23,25	30,318	32,461	33,203	37,863
MTOW [t]	32,3	33,1	41,73	41,5	52,163	60,78	65,09	68,04
Palivo [l]	9 740	-	-	-	-	-	-	-
Platící zatížení [kg]	9 076	-	9 200	10 700	-	-	12 156	14 695
Počet kusů [ks]	112	2	47	278	25	13	50	28

Tab. 2.6 Technické údaje proudových letadel na krátké tratě (část 4)

	DC-9- 10	DC-9- 20	DC-9- 30	DC-9- 40	DC-9- 50	DC-9- 80	Tu- 134A	Tu- 134B
Dolet [km]	1 755	2 110	2 148	1 918	1 500	3 306	2200	1 950
Dostup [m]	10 000	10 000	10 000	10 000	9 600	9 600	11900	10 100
Kapacita [PAX]	90	90	115	125	139	172	72	80
Motory [ks]	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x
Tah motorů [kn]	53,34	64,5	64,5	71,12	71,12	82,3	66,69	67,96
Rychlost [km/h]	895	903	909	903	898	878	850	890
Rozpětí [m]	27,25	28,47	28,47	28,47	28,47	32,87	29,01	29,01
Délka [m]	31,82	31,82	36,37	38,28	40,72	45,06	37,32	37,32
Výška [m]	8,38	8,38	8,38	8,38	8,38	8,38	9,02	9,02
Hmotnost [t]	20,555	22,62	24,011	25,261	28,068	35,288	29	29
MTOW [t]	37,65	44,45	44,45	51,71	54,885	63,502	47	47,6
Palivo [l]	-	-	13 900	-	16 100	-	14 400	13 200
Platící zatížení [kg]	11 266	11 501	16 300	14 363	15 400	-	8 215	8 550
Počet kusů [ks]	137	10	662	71	96	67	61	38

3. Letadla na střední tratě

Tato kapitola je věnována letadlům, které se využívají na tratě od 1 000 km do 3 000 km. Pro většinu těchto letadel je typické, že jsou vybaveny dvěma proudovými motory, v ojedinělých případech třemi nebo čtyřmi. Jedinou výjimkou je letoun Il-18, který k pohonu využívá čtyři turbovrtulové motory. Většina letounů z této kategorie má sedadla ekonomické třídy řazena po šesti s jednou uličkou. Výjimku tvoří velkokapacitní letadla, která se zároveň mohla využívat i na dálkové tratě. Letadla této kategorie se řadí k nejprodávanějším typům.

3.1 Airbus A300

Historie A300 se začala psát roku 1965, když se na aerosalónu v Paříži sešli zástupci Francie a SRN za účelem projednání společného vývoje velkokapacitního letadla. Po konferenci v Londýně se k nim připojila i Velká Británie, která však v roce 1969 odstoupila kvůli neshodám ohledně pohonných jednotek. Cílem konstruktérů bylo přepravit co nejvíce lidí s co nejmenšími náklady. Hlavní myšlenkou bylo, že snížení kapacity B747 o jednu třetinu umožní, při splnění všech bezpečnostních požadavků, využití pouze dvojice motorů k pohonu letadla. První A300 vzlétl roku 1972 a stal se prvním velkokapacitním dvoumotorovým letadlem na světě. Ke své první lince A300 vzlétl roku 1974, avšak poptávka po něm byla nízká. Zlom nastal až v roce 1983 s verzí A300-600 a spolu s A310 se stal prvním Airbusem na americkém trhu. Výroba A300 byla oficiálně ukončena roku 2007. Díky širšímu trupu je dnes často využíván jako nákladní letadlo.^[90]

Konstrukce

Charakteristickým znakem A300 je objemný kruhový trup z vysoce pevných hliníkových slitin. Dále byla na trup využita ocel a titan. Prostor kabiny je rozdělen klasicky na obchodní a na dlouhou ekonomickou třídu. Posádka je trojčlenná, avšak je možnost letu jen s dvoučlennou posádkou. V kokpitu jsou místa i pro čtvrtého a pátého člena posádky, kterým může být pozorovatel nebo náhradní piloti.

V obchodní třídě jsou sedadla řazena ve dvojicích po 6 širokých 0,67 m. Mezi sedadly jsou 2 uličky 0,53 m široké. V ekonomické třídě jsou sedadla po 6, 7 nebo 8 v případě dosažení maximální kapacity letadla až po 9. Při 8 sedadlech a dvou uličkách je šířka sedadel 0,51 m a každá ulička je 0,48 m široká. A300 má 2 nákladové prostory do předního se vleze 12 kontejnerů LD-3 a do zadního 8 kontejnerů.^[91]

První prototyp A300B1 byl poháněn motory CF6-50A u finální verze pak byly na výběr motory CF6-50C2 nebo Pratt & Whitney JT9D-59A. Šípovitost křídla A300 je 28°. Křídlo je tvořeno náběžnou hranou, která je po celé délce opatřena slotem, který není přerušen ani nad motorovými rameny. Na odtokové hraně jsou vysunovatelné Fowlerovy klapky na kapkovitých ramenech a zabírají až 84% hrany křídla. A300 má dvojité křídélka, přičemž všechny díly určené pro použití za každé rychlosti jsou kolmé na střední část odtokové hrany a vysunují se do polohy -10°. Před vnějšími vztlačovými klapkami jsou spoilery a před vnitřními jsou aerodynamické brzdící štítky.^[1]

Podvozek A300 je tvořen předním dvoukolovým vozíkem, který se zatahuje směrem dopředu a dále pak dvěma čtyřkolovými vozíky na křídlech, které se zatahují směrem k trupu letadla.

Verze

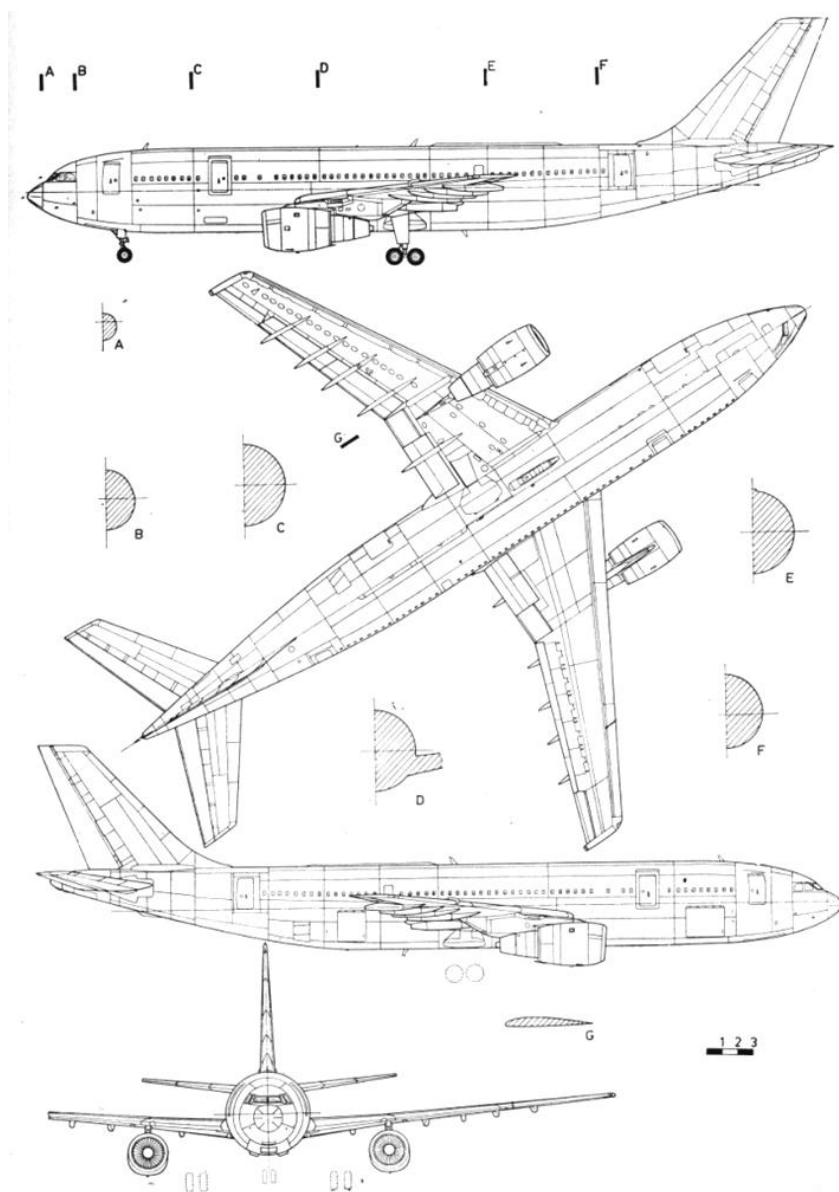
A300B1: První testovací prototyp A300.

A300B2: První verze A300 určená k produkci, která má oproti prototypu o metr prodloužený trup. V roce 1974 nastoupil jako první Airbus do provozu a to na linku Paříž-Londýn.

A300B4: Tato verze měla oproti A300B2 zvětšenou kapacitu palivových nádrží a na náběžné hraně křídla měla Krügerovy klapky.

A300-600: S touto finální verzí A300 dodávanou od roku 1983 přišel definitivní průlom na trhu. Tato verze převzala řadu prvků od nového A310 včetně digitálního kokpitu, který byl určen pouze pro dvoučlennou posádku. Stejně jako A310 mohl být letoun nasazen na transatlantických linkách. Spolu s A310 se A300-600 staly prvními Airbusy, které pronikly na americký trh.

Mezi další verze patří nákladní A300-600ST, který je známý jako Airbus Beluga.



Obr. 3.1 Airbus A300B2^[6]

3.2 Airbus A310

Díky úspěchu A300 začaly letecké společnosti žádat Airbus o verzi s nižší kapacitou, která byla představena roku 1978. Díky shodě s A300 byly sníženy vývojové náklady a navíc po krátkém školení mohli A310 obsluhovat piloti A300. První prototyp letadla vzlétl roku 1982. Díky podobnostem s A300 trvalo testování pouze jeden rok a roku 1983 byl A310 poprvé uveden do provozu u Lufthansy a Swissairu. V roce 1989 objednaly A310 společnosti Interflug a ČSA a ty se tak staly prvními Airbusy v zemích bývalého východního bloku. Po uvedení A330 do provozu poptávka po A310 klesla a poslední model byl dodán roku 1998. Oficiálně byla jeho výroba ukončena až v roce 2007.

Konstrukce

Trup je skořepinové konstrukce z vysoce pevných hliníkových slitin, u velmi namáhaných částí je využito oceli a titanu. Dále jsou využity kompozitní materiály například na kryty podvozku. V přední části trupu je kabina pro dvoučlennou posádku se čtyřmi sedadly, za kabinou je vstupní prostor, toaleta a dvě kuchyňky, dále jsou prostory pro cestující rozdělené do dvou oddílů. V zadní části trupu jsou dvě kuchyňky a 4 toalety. Oproti A300 je kabina kratší o 11 přepážek a trup pak celkově o 13 přepážek.

V upořádání do dvou tříd má nejčastěji 20 sedadel v obchodní třídě s roztečí 1,02 m uspořádaných po 6 a 200 sedadel s roztečí 0,81 m v ekonomické uspořádaných po 9. Při maximální kapacitě 280 sedadel je rozteč 0,76 m. Nákladový prostor A310 je rozdělen na 3 části. Přední část pojme až 8 kontejnerů LD-3 a zadní část až 6 kontejnerů. V zadní části je ještě pomocný nákladový prostor.

O pohon A310 se stará dvojice motorů, které jsou nesené na univerzálních pylonech. Na výběr jsou motory General Electric CF6 -80, Whitney JT9D-7R4 nebo Pratt & Whitney PW4152/4156 v závislosti na verzi letadla. Křídlo o šípovitosti 28° s dvounosníkovou kostrou je vyrobeno z hliníkových slitin. Na náběžné hraně křídla jsou rozmístěny trojdílné sloty a u trupu je Krügerova klapka. Na odtokové hraně křídla jsou Fowlerovy klapky. Na každém křídle je sedm spoilerů ke snížení vztlaku.^[93]

Podvozek je tvořen příďovou nohou se dvěma koly, kterou lze natočit o 65° do obou stran a hlavním podvozkem složeným se dvou čtyřkolových vozíků, které se zatahují směrem ke křídlu. Vozíky jsou vybaveny brzdovým systémem Messier a protismykovou automatikou. Hydraulický systém se skládá ze tří nezávislých okruhů s nehořlavou kapalinou. V letadle jsou dva systémy klimatizace, ale každý z nich dokáže sám obsloužit celé letadlo. Elektrický systém tvoří 3 generátory, dva jsou poháněny motory a jeden pomocnou energetickou jednotkou.

Verze

A310-200: První vyráběná verze A310 s doletem 6 000 km. Byla určena především pro střední trasy. Celkem bylo vyrobeno 85 kusů.

A310-300: Oproti verzi -200 došlo ke zpevnění konstrukce, vylepšení motorů a zvětšení palivových nádrží, čímž zvedli dolet o 1 500 km. Byl prvním letadlem, které mělo nádrže ve stabilizátoru vodorovné ocasní plochy. K vyvážení bylo využito automatického přečerpávacího systému. V případě přidání dvou přídavných nádrží na úkor nákladového prostoru vzrostl dolet až na 10 000 km. Spolu s Boeingem 767 se roku 1986 stal průkopníkem mezi dvumotorovými letadly v nasazení nad Atlantikem díky speciálním bezpečnostním předpisům ETOPS. Na rozdíl od -200 je vybaven také malými winglety na koncích křídel.

Dalšími verzemi jsou A310-200C a A310-300C což jsou verze s možností přestavby na nákladní verzi a vojenská verze A310 MRTT, která se používá jako tanker.



Obr. 3.2 Airbus A310-300 společnosti Air Transat^[94]

3.3 Airbus A320

Airbus začal vyvíjet model A320 jako náhradu za Boeing B727 a jako konkurenta Boeingu 737. Oproti svým konkurentům se měl odlišit hlavně ekonomickým provozem, novými technologiemi a větším komfortem pro pasažéry. Už od počátku vývoje roku 1981 se počítalo s několika verzemi s různou kapacitou cestujících. Výroba prototypu začala v roce 1984, první let A320 se uskutečnil roku 1987 a do služby byl uveden rok poté. A320 je prvním letadlem firmy Airbus s klasickým průřezem trupu.^[96] Je základem rodiny A320, která patří s více než 7 000 letouny mezi nejrozšířenější. V době kdy vstupoval do služby, přinesl plno revolučních prvků jako systém fly-by-wire nebo sidesticky.

Konstrukce

Trup je poloskořepinové kovové konstrukce, využity jsou také uhlíkové skelné a aramidové kompozity, které jsou využity na předový kryt, ocas, ovládací plochy křídla, motorové kryty a pylony, podvozkové kryty a podlahové panely. Kabina pro cestující je dlouhá 27,38 m a standardně se do ní vleze 150 sedadel ve dvou třídách.

A320 má dvoučlennou posádku. Je prvním letadlem v historii, které je řízeno systémem FBW. Tento systém funguje tak, že počítačový systém přenes elektrické signály ze snímačů polohy a pohybu řídicí páky, ovládání vztlačových klappek, pedálů směrového kormidla přenes až k příslušným řídicím plochám letadla pomocí kabelů. Díky tomu dochází k úspoře hmotnosti, zjednodušení údržby a možnosti zálohování důležitých systémů. Místo řídicích sloupků je letoun řízen malými bočními pákami (sidesticky).

Obchodní třídu tvoří 3 řady po 4 sedadlech 0,72 m širokých s roztečí 0,91 m, mezi kterými je ulička široká 0,68 m. Ekonomická třída má v řadě 6 sedadel 0,52 m širokých s roztečí

0,81. Ulička mezi nimi má na šířku 0,48 m. Do nákladového prostoru se vleze až 7 LD3 kontejnerů, které jsou vykládány a nakládány plně automatizovaným systémem.

U A320 mají zájemci na výběr mezi motory IAE V2500 a CFM56. Křídlo má vylepšenou aerodynamiku a turbulentní víření je svedeno do zadní části odtokové hrany plochy. Tento tzv. superkritický profil křídla má lepší poměr vzlaku k odporu než běžné profily. Díky zvětšené střední aerodynamické třetivě a wingletech je snížena spotřeba paliva.

Podvozek A320 je tvořen dvěma podvozkovými nohami, každá se dvěma koly, které se zatahují do centroplánu a hlavní říditelnou nohou taktéž se dvěma koly, která se zatahuje dopředu do trupu. Hydraulický systém tvoří dva hlavní okruhy poháněné motory a záložní poháněný palubním akumulátorem.^[97]

Verze

A319: Myšlenka na zkrácenou verzi A320 pochází z roku 1992, kdy si leasingová firma ILFC objednala 6 zkrácených A320. Roku 1995 se uskutečnil první let a v dubnu 1996 byl společností Swissair zařazen poprvé do provozu. Z A320 převzal 95% dílů. Hlavním rozdílem je zkrácení trupu o 7 přepážek. Kapacitu nádrží má stejnou jako A320 proto má větší dolet než A320 a s úspěšností se kromě krátkých a středních tras používá i na dálkové.^[98] Na dálkových trasách je používán hlavně tam kde potenciál trhu neumožní nasadit velké dálkové letouny. Airbus proto vytvořil verzi A319LR, která má na úkor počtu cestujících zvětšené palivové nádrže a její dolet je až 10 000 km. Stal se také výchozím typem verze ACJ, která je určena pro VIP klientelu a její dolet je až 11 000 km.^[99]

A320-100: První verze A320, které bylo vyrobeno jen 21 kusů.

A320-200: Finální verze A320. Má malé winglety na koncích křídel, zvětšené palivové nádrže oproti verzi -100, díky čemuž má větší dolet. Je u ní také více využito kompozitních materiálů.

A321-100: První verze A321 se stejným obsahem nádrží jako A320 a proto měla dolet jen 4 800 km.

A321-200: Airbus přišel s prodlouženou verzí A320 roku 1988 se záměrem vytlačit B757 z jeho nejkratších tratí. První let se uskutečnil roku 1993 a o rok později byl uveden do provozu. Umožnit mu to měla hlavně nižší hmotnost, která umožnila použití o kategorii menších motorů.^[101] Je to první Airbus, který byl montován jinde než v Toulouse a to konkrétně v Hamburku, kde později začala probíhat montáž i A319. A321 je z celé rodiny A320 nejvíce odlišným typem. Kvůli předpisům o nouzové evakuaci musely být nouzové východy uspořádány jinak oproti A320. A321 má také zesílený podvozek se širšími pneumatikami a lepšími brzdami a motory s vyšším tahem. Trup A321 je delší o 13 přepážek, takže kapacita se zvětšila o 24% a nákladový prostor o 40%. Křídlo letadla má zvětšené odtokové hrany s dvoustěrbinovými klapkami a má dvojici nových slotů. Na ocasní plochy jsou použity karbonové slitiny, které přinášejí úsporu 800 kg.^[100]

Dalšími verzemi jsou nejmenší člen rodiny A318, uvedený do služby roku 2003 a moderní verze A320neo, A319neo a A321neo s úspornými motory, které poprvé vzlétly roku 2016.



Obr. 3.3 Porovnání letounů A320 family^[102]

3.4 Boeing 707

Vývoj Boeingu 707 započal v roce 1952, kdy ve firmě začali pracovat na projektu označeném 367-80. Z tohoto projektu měly vyjít dva typy letadel a to civilní 707 a vojenské KC-135. V roce 1955 firma Pratt & Whitney vyvinula vojenský motor JT57 s životností, která byla vhodná i pro civilní letadla. U projektu Boeingu 707 byl použit právě tento typ motorů v civilní obměně pod označením JT3.^[103] Ve stejném roce firma Boeing obdržela první objednávku na 707 od společnosti Pan American, ovšem ta více věřila firmě Douglas a tak si zároveň objednala i 25 letadel DC-8, které představovalo největší konkurenci 707. Roku 1957 započalo testování letadla a v roce 1958 začal Pan American operovat Boeing 707 na transatlantických linkách, zatímco ostatní americké společnosti jej s úspěchem nasadili na vnitrostátních linkách. 707 se pak rychle rozšířily i u ostatních leteckých společností a nové verze letadla již byly schopny přeletět Atlantik bez mezipřistání. V roce 1978 byla výroba 707 ukončena, ovšem v roce 2011 bylo stále ve službě 43 Boeingů 707. Spíše však tyto stroje působí jako nákladní letadla v zemích Afriky.

Konstrukce

Boeing 707 je první dopravní letadlo, u kterého bylo využito kompozitních materiálů. Sklolinát tvoří přibližně dvě procenta ve struktuře letadla. Posádka 707 je čtyřčlenná a tvoří ji dva piloti, letový inženýr a navigátor.^[105] Letoun má dvoje hlavní dveře pro nástup a výstup cestujících, které se nacházejí vepředu a vzadu na levé části trupu.^[107]

Při uspořádání do dvou tříd se v letounu nachází 135 sedadel pro pasažéry. V první třídě jsou sedadla řazena po čtyřech s roztečí 0,96 m a jednou uličkou a v ekonomické třídě jsou řazena po šesti s roztečí 0,84 m a jednou uličkou. Boeing 707 má dva nákladní prostory, přičemž přední je přístupný dveřmi na pravé straně, a zadní dvěma dveřmi také po pravé straně trupu.^[104]

K pohonu letadla slouží čtyři dvouproudové motory Pratt & Whitney JT3D. Křídlo 707 má šípovitost 35°. Na každé polovině křídla se nacházejí dva páry křidélek, přičemž ta vnější se vychylují pouze při letu za nízké rychlosti. Na horní ploše křídla má 707 dvoušterbinové vztlakové klapky, mezi kterými se nachází vnitřní pár křidélek, který se vychyluje vždy. Před vztlakovými klapkami má letoun spoilery a před vnitřními křídélky jsou umístěny deskové vířiče. Postupně byly na všechny sériové stroje umístěny také Kruegerovi klapky, které zkracují potřebnou dráhu pro vzlet a přistání letadla. Palivové nádrže 707 jsou umístěné v křídlech a letoun je také vybaven přídatnými nádržemi, které se nachází ve střední části trupu.^[1]

Podvozek letounu je tvořen přední dvoukolovou nohou a dvěma čtyřkolovými nohami hlavního podvozku, které se zatahují směrem k trupu letadla.

Verze

B707-120 : První verze 707, které bylo vyrobeno 69 kusů. Při přeletech Atlantského oceánu severní cestou bylo nutné mezipřistání pro doplnění paliva. Po změnách v konstrukci přidáním spoilerů na křídla a instalací nových klidnějších motorů se verze označovala 707-120B a v tomto provedení ji bylo dodáno 72 kusů.^[106]

B707-320 : Prodloužená verze Boeingu 707 se zvětšenými palivovými nádržemi, což umožnilo přelet Atlantiku bez mezipřistání. Celkově bylo vyrobeno 69 letadel této verze. Souběžně s 707-120B se vyráběla také verze 707-320B, které bylo dodáno 175 kusů.

K dalším verzím 707 patří varianta 707-220, které bylo vyrobeno jen 5 kusů pro Braniff a 707-420, které se vyrobilo 37 kusů, a byla dodávána BOAC. Dále byla také vyráběna verze 707-320C, určená k přestavbě mezi civilní a nákladní verzí.

Z Boeingu 707 byl také v roce 1957 zahájen vývoj Boeingu 720, který byl určený pro krátké a střední tratě. Oproti 707 má zkrácený trup a dolet. Výroba letounu byla ukončena už v roce 1968, avšak v provozu pro různé účely zůstal až do roku 2010.



Obr. 3.4 Boeing 707-320B společnosti TWA^[108]

3.5 Boeing 727

Vývoj letadla započal v polovině 50. let a měl výhledově nahradit B720, který se pro krátké a střední tratě jevil jako neekonomický. Konstrukteři z něj a B707 převzali některé díly, například celou horní stranu trupu. Práce na letadle začaly v roce 1959, přičemž Boeing je chtěl dokončit co nejdříve, aby mohl konkurovat britskému Tridentu. První prototyp 727 vzlétl v roce 1963 a na pravidelné linky nastoupil roku 1964 u Eastern Airlines. Pro svůj tichý provoz se stal prvním proudovým letadlem, kterému bylo umožněno pravidelně využívat newyorské letiště La Guardia. Svého hlavní konkurenta, kterým byl Trident, B727 překonal hlavně v kapacitě, ve vzletových a v přistávacích vlastnostech a postupně se vypracoval v nejprodávanější letadlo své doby.^[31] Po nástupu třetí generace proudových dopravních letadel, kterou představovaly stroje jako B747, DC-10, L-1011 Tristar a A300, zájem o 727 opadnul a koncem roku 1969 továrny začaly rušit některé výrobní přípravky, avšak projekt byl opět oživen vyvinutím nové verze Advanced B727-200. V roce 1979 prodal Boeing již 1500. kus, ale s nástupem nových B757 a B767 výroba B727 klesala a definitivně byla ukončena v roce 1984. U leteckých společností ovšem sloužil i nadále a například American Airlines svůj poslední B727 vyřadili ze služby až v roce 2002.^[109]

Konstrukce

Trup 727 je poloskořepinové konstrukce systémem fail-safe, je potahovaný hliníkovými slitinami a je vyztužen stringery. Samonosné ocasní plochy letounu mají tvar písmene T a jsou vyrobeny především z hliníkových slitin. K nástupu cestujících slouží přední dveře na levé straně trupu a zadní hydraulicky ovládané dveře, na kterých jsou zároveň umístěny i schody a nachází se ve spodní části trupu pod středním motorem. Nouzové východy se nachází nad křídlem. K avionice letadla patří dvě palubní radiostanice, letový zapisovač dat, tři navigační systémy, automatický rádiový zaměřovač, dva měřiče vzdálenosti, autopilot Sperry Sp-50 Mod. Blk. IV., dva tlumiče bočení, dva gyroskopy a dva kompas.^[32]

V kabině pro cestující jsou sedadla řazena buď po čtyřech, nebo po šesti v jedné řadě s jednou uličkou. Zvláštním způsobem osvětlení je vytvořen tzv. super-jet look interiér. Letoun je vybaven dvěma přetlakovými nákladovými prostory, které jsou vytápěné. Nachází se před a za šachtou hlavního podvozku, přední má objem 19,54 m³ a zadní 22,51 m³.

K pohonu 727 slouží trojice dvouproudových motorů Pratt & Whitney JT8D, které jsou od roku 1974 obracečem tahu a od 1970 zařízením pro snížení kouřovitosti. Motory jsou umístěny na bocích v zadní části trupu a střední motor se nachází ve středu trupu a má přívod vzduchu ve spodní části směrovky. Každý motor má svůj vlastní palivový systém, který je napájený z nádrží v křídle, ale zároveň jsou všechny okruhy propojeny. Křídlo letadla je samonosné konstrukce se šípovitostí 32° a je vyrobeno opět z hliníkových slitin. Na náběžné hraně křídla se nachází čtyři sekce výsuvných slotů a třemi úseky Kruegerových klapky. Odtoková hrana křídla je vybavena tříštěrbinovými vztlakovými klapkami. Na každém křídle je 7 slotů, přičemž 5 je letových a zbylé dva blíže trupu slouží k zesílení aerodynamické brzdy.^[33]

Podvozek je tvořen přední dopředu zatahovatelnou dvoukolovou nohou a dvěma dvoukolovými nohami, které se zatahují směrem k trupu letadla. Hydraulický systém je trojitý a ovládá řízení letadla, klapky, podvozek, a zadní dveře pro cestující. Elektrický systém letadla se skládá ze třech generátorů a letoun je také vybaven jednotkou APU.

Verze

727-100 : Základní verze B727

727-200: Od základní verze se liší prodloužením o 3 m před a o 3 m za křídlem, čímž pojme až 189 cestujících. Letoun má také zesílený drak a upravený nasávací otvor středního motoru.

727-Adv. 200: Tato verze byla vyvinuta k opětovnému zvýšení poptávky po B727, má zvýšenou maximální vzletovou hmotnost až na 92 027 kg. Má také upravené motory pro snížení hluku a je vybavena modernějšími přístroji, například systémem pro varování blízkosti země.

K dalším verzím patří B727-100C a B727-100QC, které jsou určeny pro úpravu na nákladní letoun, B727-100BJ určená pro přepravu představitelů velkých firem, nákladní verze B727-200F a B727-200H, která je vybavena soustavou pro snížení hluku.



Obr. 3.5 Boeing 727-100 společnosti Icelandair^[110]

3.6 Boeing 737

V roce 1964 společnost Boeing oznámila začátek vývoje nového letounu na krátké tratě. Na vývoji letounu se podílela i německá letecká společnost Lufthansa, která si roku 1965 objednala prvních 21 letounů. Při vývoji Boeing vycházel z letounu 727, od kterého se 737 odlišoval především počtem a umístěním motorů. Testování letounu začalo v roce 1967 a koncem stejného roku již Lufthansa obdržela první stroj. Na americkém trhu v konkurenci DC-9 Boeing se strojem prorazil až díky prodloužené verzi -200, která byla uvedena do provozu o rok později. Oproti konkurenčním DC-9 a BAC 1-11 měl 737 výhodu, že díky svému širokému trupu v něm mohlo být umístěno šest sedadel v jedné řadě namísto pěti. V roce 1970 po obdržení pouhých 37 Boeing přemýšlel o zastavení výroby letadla, avšak kvůli dostatečným finančním prostředkům a vyvinutí nákladní verze k tomu nedošlo. Díky své nenáročnosti a spolehlivosti se během 70. let stal 737 jedním z nejoblíbenějších letadel. V 80. letech kvůli konkurenci MD-80, který měl vyšší kapacitu, začal Boeing vyvíjet novou generaci letounu. Tato generace označovaná "Classic" pokryla poptávku po letadlech s kapacitou mezi 100 až 170 cestujícími a výraznou měrou přispěla k problémům firmy McDonnell Douglas, což vedlo k jeho sloučení právě s Boeingem. V 90. letech se objevil nový konkurent 737 a to Airbus A320 a Boeing tak započal s vývojem třetí generace 737, označené jako "Next Generation".

Od roku 2011 je na trhu uvedena čtvrtá generace letounu označená jako B737 MAX, která má konkurovat Airbusu A320neo s novými úspornými motory. Od března roku 2019 jsou však všechny letadla této generace uzemněna z důvodu dvou nehod, které zapříčinil nový systém MCAS.^[111]

Konstrukce

Konstrukčně trup 737 vychází z Boeingu 707, díky čemu si Boeing usnadnil výrobu a získal náskok v kapacitě oproti konkurentům. Posádka 737 je tvořena dvěma piloty a jedním palubním inženýrem, přičemž od verze -300, která je vybavena skleněným kokpitem a elektroimpulzním řízením stačí k obsluze dva piloti. Ke vstupu cestujících do kabiny jsou určeny přední a zadní vstupní dveře, které jsou umístěny na levoboku letounu, a jsou vybaveny integrovanými schůdkami. V zadní části trupu má 737 umístěna pomocný agregát, který se stará o výrobu elektřiny pro osvětlení a klimatizaci, když je letoun na zemi.^[1]

Ve standardním uspořádání do dvou tříd je celková kapacita letounu 116 míst. V obchodní třídě se nachází 21 sedadel a v ekonomické je 95 sedadel, která jsou umístěna po 6 jedné řadě s roztečí 0,86 m a jednou uličkou. 737 má celkem dva nákladové prostory, jeden je umístěný před křídlem a druhý za křídlem.^[9]

K pohonu 737 slouží dva turbodmychadlové motory Pratt & Whitney JT89, které jsou umístěny přímo pod spodní hranu křídla. U pozdějších verzí jsou motory již instalovány na pylonech a jsou výkonnější.^[113] Křídlo 737 je bohatě mechanizované. Na náběžné hraně má od trupu k motoru Krügerovy klapky a od motoru po konec křídla třísektorové sloty. Na odtokové hraně jsou tříštěrbinové vztahové klapky, čtyři sekce spoilerů a na koncích křídel se nachází křídélka.

Podvozek letounu je tříbodový a je tvořen přední dvoukolovou podvozkovou nohou, která se zatahuje směrem dopředu. Hlavní podvozek letounu tvoří dvě dvoukolové podvozkové nohy, které se zatahují směrem k trupu letounu.^[112]

Verze

Original

737-100: První nejmenší sériová verze

737-200: Verze, která má prodloužený trup o dva segmenty před a za křídlem. Verze -200 se stala základem pro verzi B737-200A s navýšenou MTOW a delším doletem.

K první generaci patří také verze pro přestavbu mezi nákladním a osobním letadlem 737-200C/QC a Advanced C/QC a také salónní verze 737-200 Executive.

Classic

737-300: První letoun z druhé generace s prodlouženým trupem o další dva segmenty oproti verzi -200. Tato verze má také zvětšený stabilizátor a zvětšené rozpětí křídel, které jsou u některých kusů vybaveny winglety. Letoun má zlepšené aerodynamické vlastnosti, tiché a výkonné pohonné jednotky, čímž bylo zvýšeno platící zatížení a dolet letadla.^[36]

737-400: Nejdelší letoun z první a druhé generace, který má přidány opět další dva segmenty trupu před a za křídlo.

737-500: Nejkratší verze z druhé generace, která je náhradou za -200 a odpovídá jí délkově. Na rozdíl od ní má však vyšší výkon a prodloužený dolet.^[114]

K této generaci patří také nákladní verze 737-300F a 737-400F, která je schopna uvést až 10 palet.

Next Generation

737-600: Letoun vychází z verze -500, délkově jí odpovídá až na posunutí předních vstupních dveří dozadu. Oproti verzím -500 a -700 má letoun zesílené křídlo a upravený přechod mezi křídlem a trupem. Verze -600 se využívá nejvíce na méně vytížených dlouhých linkách.^[17]

737-700: Tato verze rozměrově odpovídá 737-300, oproti které má zesílenou konstrukci křídla, jenž je vybaveno modifikovanými koncovými částmi, díky čemu má křídlo větší plochu a rozpětí. Křídlo je také v celé své délce vybaveno účinnějšími vztlakovými klapkami na odtokové hraně křídla a zvětšenými křídélky. V centroplánu trupu má letoun zvětšenou palivovou nádrž, má zesílenou zadní část trupu, upravenou VOP a dělené směrové kormidlo na SOP. Ke změnám došlo i u přední podvozkové nohy, která je zesílena, zvýšena a posunuta směrem k přídi letounu.

737-800: Tato verze nejvíce odpovídá verzi -400. Oproti -700 má přidány dva segmenty trupu před a za křídlo. Letoun má zesílenou konstrukci centroplánu a nosných ploch, zesíleny přepážky 43 až 47 a modifikovaný podvozek.

737-900: Nejdelší ze všech verzí Boeingu 737.

K nové generaci se řadí také verze 737-700C, určená pro přestavbu mezi osobní a nákladní verzí, salónní verze 737-700BBJ a 737-800BBJ2.

B737 MAX

Tato již čtvrtá generace Boeingu 737, jejíž vývoj byl oznámen roku 2011, se skládá z verzí 737 MAX 7, 737 MAX 8, 737 MAX 9 a 737 MAX 10.^[115]



Obr. 3.6 Boeing 737-800 společnosti Ryanair

3.7 Boeing 757

Na konci 70. let začal Boeing vyvíjet nový typ letadla s vyšší kapacitou, které mělo nahradit zastarávající Boeing 727. Z důvodu ropné krize Boeing plánoval vyvinout mnohem úspornější letoun. Vývoj 757 probíhal současně s vývojem 767, který probíhal o několik měsíců napřed, a postupně využíval více prvků z 767, proto se začal čím dál více lišit od 727. Oba letouny stejnou avioniku, palubní diagnostiku a další systémy. U obou letadel bylo poprvé v historii civilního letectví využito moderních materiálů a oba stroje byly vybaveny tzv. skleněným kokpitem. První prototyp 757 se začal vyrábět roku 1979 a poprvé vzlétl v roce 1982. Do služby 757 nastoupila poprvé v roce 1983 u Eastern Airlines. Na začátku 80. let prodej 757 váznul kvůli MD-80, který byl levnější alternativou. V roce 1986 byl letoun, původně určený na střední tratě, certifikován k ETOPS na 120 minut a díky tomu mohl být využíván pro dálkové lety při vzrůstající konkurenci na středních tratích.^[118] Koncem 80. let začal být 757 hojně využíván na charterové lety a největší poptávka po něm nastala v 90. letech, což přimělo Boeing vyrobit další verzi letounu. V roce 2004 byla výroba 757 ukončena, avšak v provozu zůstává nadále 70% vyrobených strojů.^[119]

Konstrukce

Při výrobě poloskořepinového trupu letadla jsou využity uhlíkové, aramidové a skelné kompozity, čímž došlo ke snížení celkové hmotnosti. Kokpit letadla tvoří šest CRT obrazovek, které jsou využívány systémy EFIS a EICAS. Systém EICAS využívá dvě CRT obrazovky a využívá se k indikaci provozních veličin motorů. Zbylé čtyři obrazovky využívá systém EFIS, který se skládá ze systémů EADI, EHSI a FMS. EADI slouží k vytváření umělého horizontu a promítání údajů o výšce letu, tlaku a rychlosti, EHSI ukazuje kompas, majáky a údaje o poloze a FMS slouží ke sledování údajů z přístrojů, řídí let pomocí autopilota. V případě že je let řízen pilotem ukazuje odchylku od nastavených hodnot pro autopilota.

Při uspořádání sedadel do dvou tříd se třemi vstupy a únikovými východy na křídlech se v letadle nachází 12 sedadel obchodní třídy řazených po čtyřech s roztečí 0,91 m a 188 sedadel ekonomické třídy, která jsou řazena po 6 s roztečí 0,81 m. V případě navýšení kapacity se rozteč sedadel ekonomické třídy sníží na 0,76 m nebo až na 0,71 m. V případě uspořádání se čtyřmi vstupy bez nouzových východů klesá kapacita ekonomické třídy na 183 sedadel.

K pohonu letadla nabízí Boeing výběr mezi turbodmychadlovými motory Rolls Royce RB211 a Pratt & Whitney PW200. Palivo pro motory je uchováváno ve třech palivových nádržích ve vnitřních prostorech křídel s plnicím otvorem na pravém křídle. Křídla letounu mají šípovitost 25° a k jejich konstrukci se využívá především hliník. Na náběžné hraně křídla se nacházejí sloty rozdělené do pěti sekcí a na horní straně křídel se nachází šest spoilerů, které lze využít pouze k brzdění na zemi. Odtoková hrana křídla je vybavena tříštěrbinovými vztlačkovými klapkami. Vnější strany křídel jsou opatřeny jedním párem křidélek a na koncích křídel se nachází navigační světla.^[116]

Zatahovatelný podvozek letounu je tvořen přední dvoukolovou nohou a dvěma čtyřkolovými nohama hlavního podvozku, které jsou opatřeny brzdami. 757 je vybavena celkově třemi hydraulickými systémy. Hydraulická kapalina je v nádržích tlakována pomocí vzduchu odebíraného z motorů a systém využívá dvě tlaková čerpadla.

Verze

757-200: První a nejrozšířenější verze 757.

757-300: Tato verze byla odvozena z 757-200 v 90. letech, kdy vzrůstající konkurence v podobě A321 a B737-800 na středních tratích způsobila, že B757 měl být využíván hlavně na dlouhých tratích. Vývoj byl oznámen v roce 1996 a poprvé vzlétl v roce 1998. Oproti verzi -200 má o 7,1 m prodloužený trup, což zvýšilo kapacitu

letounu až o 21%. Díky tomuto prodloužení se 757-300 stal nejdelší úzkotrupý letoun, jaký byl kdy vyroben. Z důvodu zachování palivových nádrží má verze -300 kratší dolet. 757-300 má také zesílenou část trupu nad křídlem a je vybavena výkonnějšími brzdami.^[117]

K dalším verzím B757 patří nákladní verze 757-200F/PF a 757-200SF (přestavěná civilní letadla), verze pro kombinovanou civilní a nákladní dopravu 757-200M a vojenská verze C-32, která slouží k přepravě viceprezidenta USA a dalších vysokých vládních činitelů.



Obr. 3.7 Boeing 757-200 společnosti Finnair^[120]

3.8 Iljušin Il-18

V polovině 50. let bylo rozhodnuto o zavedení čtyřmotorového turbovrtulového letounu na linky Aeroflotu. Bylo to hlavně kvůli úspoře paliva a ruským letištím, které měly v té době krátké vzletové dráhy. Roku 1955 byl vývojem nového letounu pověřen koncern S. V. Iljušina, který na stroji pracoval už od roku 1954. Díky zkušenostem Iljušina s pístovými motory probíhaly práce na letounu velmi rychle a roku 1957 si Il-18 odbyl svůj první vzlet. K prvnímu linkovému letu Il-18 vzlétl roku 1959 a mimo SSSR poprvé roku 1960. Díky své spolehlivosti se Il-18 stal nejrozšířenějším typem letadla u Aeroflotu ve své kategorii. Po roce 1975 však z důvodu konkurence Tu-154 začal pomalu Il-18 upadat. Linkový provoz Il-18 byl zastaven až roku 2002 po nehodě jednoho ze strojů.

Konstrukce

Doutníkovitý trup Il-18 je poloskořepinové konstrukce a je rozdělen do tří částí. V přetlakové kabině pro posádku se nachází pět sedadel pro dva piloty, navigátora, radistu a palubního mechanika. Kabina pro cestující tvoří jeden přetlakový celek s kabinou pro posádku rozdělený přepážkou, která je však schopna odolat dekompresi v jedné z kabin. Zadní část trupu je nepřetlaková, nachází se na ní ocasní plochy a APU. Vstup do kabiny pro cestující tvoří dva vstupní vestibuly s dveřmi na levoboku letadla.^[121]

Do kabiny pro cestující lze umístit 84 až 127 sedadel. Kabina je rozdělena na tři části, které jsou od sebe odděleny vstupními vestibuly. Il-18 má celkem tři zavazadlové prostory. Dva se nacházejí pod palubou pro cestující a jsou přístupné dvířky na pravoboku letadla. Přední má objem 13,32 m³ a zadní 13,68 m³. Poslední se nachází v zadní části trupu je přístupný dvířky na pravoboku a má objem 7,06 m³.

K pohonu Il-18 slouží čtveřice turbovrtulových motorů Ivčenko AI-20, které jsou vybaveny čtyřlístými vrtulemi AV-68I. Křídla letounu jsou technologicky rozdělena na tři části. Střední část je integrální s trupem a na její odtokové hraně má letoun dvoušterbinové vztlakové klapky. Na odtokové hraně vnějších demontovatelných částí se nachází dvousektorová křídélka. Palivový systém letounu tvoří celkem 22 nádrží.

Podvozek letounu se skládá s říditelné dvoukolové předové nohy, která se zatahuje směrem dopředu a dvěma čtyřkolovými brzděnými nohama hlavního podvozku, které se zatahují do vnitřního páru motorových gondol. Il-18 je též vybaven pevnou ostruhou, která zamezuje poškození zadní části letadla.

Verze

Il-18A: První sériově vyráběná verze Il-18

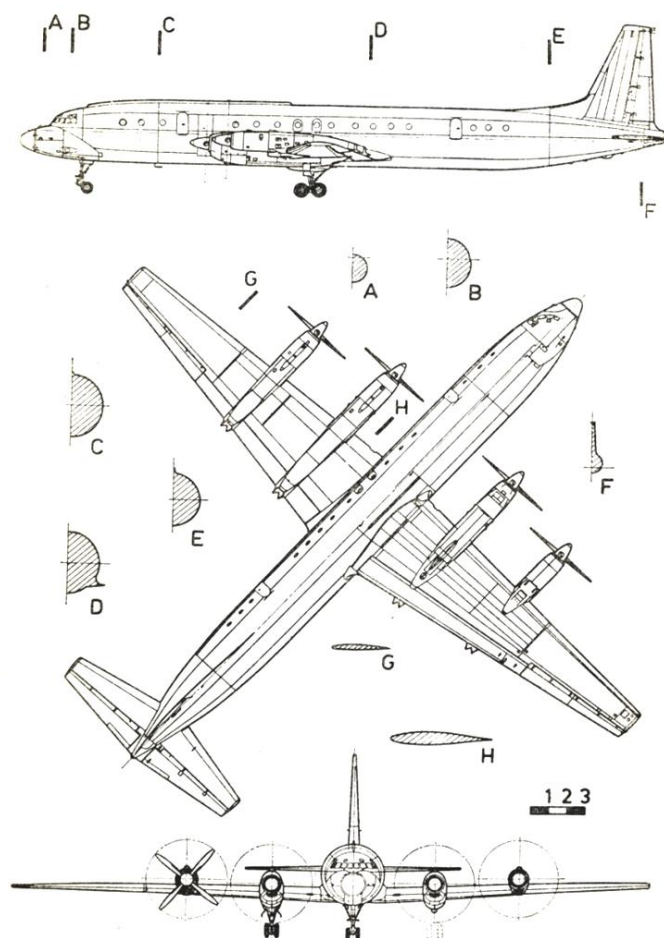
Il-18B: Verze, která je vybavena povětrnostním radiolokátorem. Oproti Il-18A má navýšenou maximální vzletovou hmotnost.

Il-18V: Verze, která je vybavena novou kabinou pro cestující. Jeden její exemplář je uzpůsoben provozu v arktických podmínkách.

Il-18I: Tato verze má navýšenou přepravní kapacitu a objem palivových nádrží. Oproti předchozím verzím je vybavena APU. Byl jí vyroben pouze jeden exemplář.

Il-18D: Modifikace určená na dálkové tratě s výkonnějšími a ekonomičtějšími motory. Letoun má navýšenou kapacitu kabiny pro cestující a palivových nádrží.

Il-18E: Verze s upraveným interiérem kabiny pro cestující.



Obr. 3.8 Iljušin Il-18V^[2]

3.9 Iljušin Il-86

Vývoj Il-86 začal v roce 1969, kdy Iljušin obdržel zadání na širokotrupý velkokapacitní letoun. V roce 1975 bylo rozhodnuto použít motory NK-86, které měly velkou spotřebu paliva. Prototyp Il-86 poprvé vzlétl v roce 1976 a testování letounu skončilo roku 1980 a téhož roku byl zahájen pravidelný linkový provoz Il-86 u Aeroflotu. Během první let provozu se Il-86 podařilo stanovit několik rekordů, hlavně v rychlosti. V polovině 90. let však došlo k úpadku zájmu o leteckou dopravu a zdražení letenek, což vedlo k tomu, že Il-86 začal být vytlačován Tu-154. Kvůli novým evropským předpisům z roku 2002 Il-86 již nemohl operovat z letišť v Evropě. Aeroflot ukončil provoz Il-86 již roku 2001 a poslední letoun byl stažen z provozu v roce 2010.

Konstrukce

Trup Il-86 je celokovové poloskořepinové konstrukce a je rozdělen do čtyř sekcí. První tři sekce jsou přetlakové. Kabina letounu je rozdělena na dvě paluby a je určena pro dva piloty a případně jednoho navigátora nebo inspektora. Kabina pro cestující je rozdělena čtyřmi vstupními vestibuly na tři části. Ve vestibulech jsou pouze nouzové východy, pro nástup a výstup cestujících jsou určeny schůdky v předním a zadním podpalubním prostoru. V přední a zadní části trupu se nachází přístrojové sekce a vzadu letounu je umístěna APU.

V přední části kabiny pro cestující se nachází 110 sedadel ve čtrnácti řadách, ve střední je 141 sedadel v osmnácti řadách a v zadní 99 sedadel ve čtrnácti řadách. Ve všech odděleních jsou dvě uličky, které rozdělují sedadla do tří bloků. Letoun je vybaven dvěma nákladovými prostory, které jsou přístupné vraty na pravoboku. Na levoboku nákladových prostorů se nachází vstupy pro cestující a v zadní části předního prostoru je umístěna palubní kuchyňka.

K pohonu letounu slouží čtveřice dvouproudových motorů Kuzněcov NK-86, které se nacházejí pod náběžnou hranou křídla. Křídlo Il-86 má šípovitost 35° a lichoběžníkový půdorys. Na náběžné hraně křídla se nacházejí po celé délce šestisektorové sloty. Na odtokové hraně křídla je jeden pár dvousektorových dvoušterbinových vztlakových klapek a dvousektorová křídélka. Před vnějšími klapkami se nachází čtyřsektorové spoilery, přičemž vnější sektor se používá pouze ke klonění a vnitřní sektory i k ovládání při rolování a brzdění.

Čtyřbodový podvozek Il-86 je tvořen přední dvoukolovou říditelnou podvozkovou nohou a třemi čtyřkolovými brzděnými nohama, přičemž vnější nohy se sklápí směrem k trupu a střední noha se sklápí proti směru letu mezi dvě vnější nohy.^[122]



Obr. 3.9 Iljušin Il-86 společnosti Armavia^[123]

3.10 Jakovlev Jak-42

Vývoj nového letounu byl zahájen po předchozím úspěchu Jaku-40 roku 1972 a měl nahradit zastarávající Tupolev Tu-134. Kvůli operování z krátkých vzletových drah jej Jakovlev navrhl jako zvětšený Jak-40. První prototyp letounu se vznesl v roce 1975, avšak kvůli zdržení vývoje byl Jak-42 uveden do provozu až v roce 1981. Kromě základní verze se vyráběla ještě verze s navýšenou MTOW označená Jak-42D. V roce 1982 měl však jeden Jak-42 nehodu kvůli defektní šroubovici k přestavování úhlu náběhu VOP a provoz i výroba Jaku-42 tak byla zastavena. Provoz letounu byl obnoven po úpravách v roce 1984, avšak nehoda způsobila seškrtání části původních objednávek. V současnosti je letoun Jak-42 stále v provozu.

Konstrukce

Poloskořepinový trup Jaku-42 je kruhového průřezu, přičemž zadní část trupu má tvar elipsy. V přední části trupu se nachází pilotní kabina, která je určena pro dva piloty a mechanika, jehož přítomnost však není nezbytná. Vstupní dveře do kabiny pro cestující se nacházejí vpředu na levé straně letadla a vzadu, kde jsou umístěny sklápěcí schůdky umístěné pod středním motorem. Naproti předního vstupu se nacházejí servisní dvířka. Ocasní plochy Jaku-42 jsou ve tvaru písmene T, jsou šípovitého tvaru a ve svislé ocasní ploše se nachází APU.

V uspořádání do dvou tříd se v Jaku-42 nachází 76 sedadel z čehož 16 sedadel obchodní třídy řazených po 4 s jednou uličkou. Ekonomická třída je tvořena 60 sedadel řazených po šesti v jedné řadě a s jednou uličkou. Ve střední části trupu se nacházejí také dva nákladové prostory. Přední nákladový prostor má kapacitu $17,6 \text{ m}^3$ a zadní $8,6 \text{ m}^3$. Nákladový prostor je přístupný dvěma vraty na pravé straně letadla. Pro přepravu nákladu jsou určeny kontejnery, které se vyrábějí speciálně pro Jak-42.^[124]

Pohon Jaku-42 obstarává trojice dvouproudových motorů Lotarev D-36. Dva motory jsou umístěny v gondolách umístěných na bocích trupu letadla a třetí se nachází pod svislou ocasní plochou. Křídlo letounu má šípovitost 23° je nedělené. Vnější část odtokové hrany je také šípovitá, avšak vnitřní části odtokové hrany jsou kolmé k trupu. Na odtokové hraně se nachází dvousektorové vztlačkové klapky, před kterými se nachází interoceptory. Na křídle jsou dále umístěny sloty a křídélka. V křídlech jsou umístěny také tři integrální palivové nádrže, každá pro jeden motor.

Podvozek letounu je tříbodový s přední dvoukolovou nohou, která se zatahuje směrem dopředu a dvěma čtyřkolovými nohama hlavního podvozku, které se zatahují směrem k trupu.



Obr. 3.10 Jakovlev Jak-42D společnosti Donbassaero^[125]

3.11 McDonnell Douglas MD-80

V roce 1977 začala firma McDonnell Douglas vyvíjet nový letoun, který vycházel z DC-9 a měl jej nahradit. První prototyp vzlétl roku 1979, avšak následující rok druhý prototyp letounu havaroval při vzletu, což oddálilo certifikaci letadla o pět měsíců. Poprvé byl MD-80 zařazen do služby v říjnu téhož roku u společnosti Swissair. Roku 1984 uzavřel McDonnell Douglas smlouvu se dvěma čínskými firmami o výrobě MD-80 v Číně, kde byl velmi populární a nakonec tam bylo vyrobeno 30 kusů. Po převzetí firmy McDonnell Douglas Boeingem byla výroba MD-80 v roce 2000 ukončena, protože letoun představoval přímou konkurenci Boeingu 737.^[126]

Konstrukce

Trup, který je potažen kovovým potahem, vychází z DC-9 je však výrazně prodloužen. Ocasní plochy letadla jsou ve tvaru písmene T a jsou vybaveny elektricky ovládaným přestavitelným stabilizátorem. Pilotní kabina je určena pro dva piloty s palubním inženýrem a díky své avionice může letoun působit v jakékoliv z klimatických zón v USA. Vstupní dveře pro cestující má MD-80 umístěny v přední a zadní části trupu na levé straně, přičemž v předním vstupním vestibulu je umístěna toaleta a může zde být na přání zákazníka umístěna i šatna.

V uspořádání do dvou tříd je v první třídě 16 sedadel řazených po čtyřech v jedné řadě s roztečí 0,965 m. V ekonomické třídě je 124 sedadel, která jsou řazena po pěti v jedné řadě s roztečí 0,787 m.^[127]

K pohonu letounu slouží dva dvouproudové motory Pratt & Whitney JT8D-217, které jsou vybaveny obracečem tahu pro zkrácení délky přistání. Motory jsou instalovány po stranách trupu v zadní části letadla. Křídlo MD-80 je štíhlé konstrukce a dlouhého rozpětí. Na náběžné hraně křídla se nachází třídílné sloty, které umožňují letounu dosahovat kratší délky vzletu a přistání. Konce křídel a odtokové hrany jsou vyrobeny z kompozitních materiálů. Palivové nádrže letadla se nacházejí v křídlech a v případě potřeby mohou být další dvě nádrže umístěny v nákladovém prostoru.^[9]

Podvozek letounu se skládá z přední dvoukolové nohy a dvou dvoukolových noh hlavního podvozku. Díky krátkým podvozkovým nohám je údržba MD-80 jednodušší, než u letounů s motory umístěnými na křídlech.

Verze

MD-81: Základní produkční verze.

MD-82: Tato verze vyráběná od roku 1979 má oproti MD-81 výkonnější motory, větší palivové nádrže a navýšenou kapacitu o 10 sedadel.

MD-83: Verze z roku 1983 určená na delší tratě, která je vybavena přídatnými palivovými nádržemi v trupu, jejichž celkový objem je 4 100 litrů. Oproti předchozím verzím má také zesílený podvozek.

MD-87: Verze vyvíjená od roku 1985 se zkráceným trupem o 5,4, která měla být přímým nástupcem DC-9-30. Jako první verze MD-80 je také vybavena systémem EFIS.

MD-88: Tato verze, která vstoupila do provozu roku 1988, má vylepšený kokpit stejně jako MD-87, ale zároveň má stejně dlouhý trup jako MD-81.



Obr. 3.11 McDonnell Douglas MD-81 společnosti Scandinavian^[128]

3.12 McDonnell Douglas MD-90

Na začátku 90. let firma McDonnell Douglas začala vyvíjet nový typ letadla, který měl nahradit zastaralý DC-9 a vytvořit konkurenci pro Boeing 737. V roce 1991 byl letoun představen na aerosalónu v Paříži a v roce 1993 vzlétl první prototyp MD-90. Letoun svým uspořádáním vycházel z DC-9 a MD-80, čímž byly sníženy celkové náklady na vývoj, avšak byl vybaven zcela novým systémem řízení a avionikou, dále byly na MD-90 instalovány nové motory a byla jinak uspořádána pilotní kabina. Přes všechny nadějné vyhlídky letadla i očekávanou spolupráci s Čínou na výrobě, byla výroba MD-90, po sloučení McDonnell Douglasu a Boeingu roku 1997, značně utlumena a po zredukování objednávek Delta Airlines byla výroba ukončena. Poslední stroj byl vyroben roku 2000.^[129]

Konstrukce

Trup letounu vznikl prodloužením trupu MD-80 a ocasní plochy ve tvaru písmene T taktéž vychází z typu MD-87, jsou však na nich částečně využity i prvky z jiných letadel firmy McDonnell Douglas. Pilotní kabina pro dva piloty je vybavena digitalizovaným „skleněným kokpitem“, se systémy FMS a EFIS. Letové údaje se pilotům ukazují na dvou velkých obrazovkách.

V klasickém uspořádání je MD-90 vybaven 16 sedadly první třídy řazených po čtyřech s roztečí 0,91 m, 25 sedadly obchodní třídy řazených po pěti s roztečí 0,86 m a 117 sedadly ekonomické třídy řazených taktéž po pěti s roztečí 0,79 m.^[130]

K pohonu letounu slouží dva turbodmychadlové motory V2500, které v Severní Americe vyrábí firma Pratt & Whitney a ve Velké Británii firma Rolls-Royce. Motory jsou umístěny na stranách trupu v zadní části letadla. Křídlo MD-90 je štíhlé a má velké rozpětí, což je typické pro většinu letadel McDonnell Douglas. Díky této konstrukci křídla letoun dosahuje výborných výkonů a může využívat i poměrně krátké vzletové a přistávací dráhy.^[9]

Podvozek letounu je taktéž převzat z MD-80 a je tvořen přední dvoukolovou nohou a dvěma dvoukolovými nohama hlavního podvozku.

Verze

MD-90-30 : Základní produkční verze.

Byly také vyrobeny dva letouny verze MD-90-30EX se zvýšeným doletem a MD-90-30IGW se zvýšenou MTOW.



Obr. 3.12 McDonnell Douglas MD-90-30 společnosti Japan Airlines^[131]

3.13 Tupolev Tu-154

Vývoj Tu-154 začal v roce 1964 na základě požadavku na letoun, který by spojil přednosti An-10, Il-18 a Tu-104. První prototyp letounu vzlétl v roce 1968 a roku 1969 byl představen na pařížském aerosalonu. Testování trvalo až do roku 1971 a to kvůli tomu, že Tu-154 byl jako první stavěn podle nové sovětské normy o letové způsobilosti v civilním provozu z roku 1967. Tu-154 se stal prvním Tupolevem, který je vybaven sloty a APU. Na první civilní linku byl Tu-154 nasazen roku 1972. Ukázaly se však nedostatky letounu, hlavně špatná ovladatelnost při přistání a malá životnost křídla, které bylo vyrobeno z nové slitiny V95. Nedostatky byly definitivně odstraněny roku 1975 modelem Tu-154B. Letoun sloužil u Aeroflotu až do roku 2006, kdy byl nahrazen Boeingy 737 a Airbusy A320.

Konstrukce

Poloskořepinový trup letounu je rozdělen na tři části, z nichž přední a střední jsou přetlakové. Na špičce Tu-154 se nachází výklopný dielektrický kryt pro anténu radiolokátoru Groza-154. Kabina pro cestující je přístupná dvěma vstupními vestibuly s dveřmi na levé straně letadla. Zadní část trupu je nepřetlaková, nese motory a ocasní plochy, které jsou tvaru písmene T. Na odtokové hraně SOP se nachází jednosektorové směrové kormidlo a na odtokové hraně VOP se nachází dvojice jednosektorových výškových kormidel.

Kabina pro pasažéry Tu-154 je rozdělena do dvou částí. V přední části se nachází 24 sedadel první třídy, která jsou řazena po čtyřech a v zadní části je 104 sedadel ekonomické třídy, po šesti v jedné řadě. Pod podlahou kabiny pro cestující se nachází dva přetlakové nákladové prostory. Přední má objem $21,5 \text{ m}^3$ a nachází se mezi šachtou příďového prostoru a centroplánem. Zadní má objem $16,5 \text{ m}^3$ a nachází se za centroplánem letadla. Nákladové prostory jsou přístupné vraty na pravoboku letadla a průlezy, které se nacházejí v podlaze kabiny pro cestující.

Pohon Tu-154 obstarává trojice dvouproudových motorů Kuzněcov NK-8-2. Střední motor se nachází v ocasní části trupu a sání má v kořeni SOP. Dva zbylé motory jsou umístěny na bocích letadla v zadní části trupu. Třínosníkové křídlo letounu má šípovitost 37°. Na náběžné hraně křídla se nachází v celém rozpětí pětisektorové sloty. Na odtokové hraně jsou dvousektorové tříštěbinové vztlakové klapky a jednosektorová křídélka. Na horní části křídla se před vztlakovými klapkami nachází čtyřsektorové spoilery, přičemž vnitřní sektor slouží jako aerodynamická brzda při přistání, dva střední sektory jako aerodynamická brzda při klesání a vnější sektor slouží pro ovládání klopení při vysokých rychlostech. Tu-154 je vybaven celkem pěti palivovými nádržemi.^[132]

Podvozek Tu-154 tvoří přední dvoukolová říditelná noha, která se zatahuje směrem dopředu a dvě šestikolové nohy hlavního podvozku vybavené brzdami, které jsou umístěny ve vřetenovitých gondolách. Gondoly šachet hlavního podvozku jsou vetknuty přímo mezi vnitřní a vnější sektory vztlakových klapek.

Verze

Tu-154: první sériově vyráběna verze.

Tu-154A: Vylepšená verze s výkonnějšími a ekonomičtějšími motory. Tu-154A má zvětšenou palivovou nádrž v centroplánu letadla a je vybavena modifikovanou avionikou.

Tu-154B: Tato verze má upravenou mechanizaci křídla, které má navíc zesílenou konstrukci. Letoun má také vylepšený palivový systém, je opatřen dvěma dalšími nouzovými východy a má opět vylepšené avionické vybavení. Existují dvě upravené verze Tu-154B s prodlouženým trupem a navýšenou přepravní kapacitou označené Tu-154B-1 a Tu-154B-2.

Tu-154M: Vylepšená verze Tu-154B-2, která je vybavena úspornějšími motory a novou VOP se zvětšeným výškovým kormidlem. Křídla této verze mají upravenou mechanizaci a protažený přechod v trup. Existují také tři letouny označené jako Tu-154-100 a oproti Tu-154M mají vylepšenou avioniku a komfortnější kabinu pro cestující.

Existuje také nákladní verze označená Tu-154S a několik vojenských verzí letadla.



Obr. 3.13 Tupolev Tu-154M společnosti UTair^[133]

3.14 Tupolev Tu-204

Vývoj nového stroje, který by měl být vyráběn v několika verzích v závislosti na kapacitě a doletu, byl zahájen již v roce 1973. Původní myšlenka byla, aby se stroj podobal Tu-134, avšak v polovině 70. let se konstruktéři rozhodli pro verzi s uspořádáním jaké má například L-1011 Tristar a další s dvoumotorovým uspořádáním. Po ropné krizi na konci 70. let byla upřednostněna třímotorová verze, avšak roku 1982 došlo ke změně zadání a byla vybrána dvoumotorová verze, aby se letoun co nejvíce podobal Boeingu 757. V roce 1989 bylo zahájeno testování Tu-204. Celý proces však zpomalil roku 1991 rozpad SSSR a letoun tak získal osvědčení až v roce 1995. Na linkový provoz byl Tu-204 nasazen v roce 1996, avšak společností jako Aeroflot daly přednost západním typům, hlavně kvůli pomalé certifikaci. Do roku 2011 tak bylo vyrobenou pouze 79 strojů včetně prototypů.

Konstrukce

Poloskořepinový trup Tu-204 je rozdělen do tří sekcí. První sekci tvoří pilotní kabina pro dva piloty a letového mechanika a pod kabinou se nachází šachta podvozku. K vybavení pilotní kabiny patří systém FDW a šest CRT displejů. Střední část trupu je určena pro cestující, která je přístupná dvěma vstupními vestibuly s dveřmi na levé straně trupu. Zadní část trupu je nepřetlaková a ukrývá v sobě APU.

V uspořádání do tří tříd je letoun schopen pojmout 190 cestujících. První třída má 12 sedadel řazených po 4 s roztečí 0,99 m, obchodní třída má 17 až 25 sedadel řazených po šesti s roztečí 0,96 m a v ekonomické třídě se nachází 137 až 162 sedadel, která jsou také v řadách po šesti s roztečí 0,81 m. Pod kabinou pro cestující se nacházejí dva nákladové prostory přístupné dveřmi na levoboku letadla. Přední prostor má kapacitu 11 m³ a pojme pět kontejnerů 2AK-0,7 a zadní má kapacitu 15,4 m³ a pojme sedm kontejnerů 2AK-0,7.

Pohon letadla obstarává dvojice dvouproudových motorů Aviadvigatel PS-90A, které jsou umístěny v gondolách pod křídly letadla. Křídlo Tu-204 má šípovitost 28° superkritický profil a negativní klenutí. Na náběžné hraně křídla se nacházejí čtyřdílné sloty. Na odtokové hraně jsou dvoušterbinové vztahové klapky a dvousektorové aerodynamické brzdy. Na vnější části odtokové hrany jsou také pětisektorové spoilery a křídélka. Tu-204 má celkem pět palivových nádrží, z toho čtyři ve křídle a jednu v SOP.

Třibodový podvozek letounu je tvořen přední nebrzděnou dvoukolovou nohou, která se zatahuje směrem dopředu. Dále má letoun dvě brzděné čtyřkolové nohy hlavního podvozku, které se zatahují směrem k trupu letadla.^[134]

Verze

Tu-204: První sériově vyráběná verze.

Tu-204-100: Verze se zvýšenou maximální vzletovou hmotností a prodlouženým doletem.

Tu-204-120: Verze se silnějšími motory Rolls-Royce BR211-535E4 a uzpůsobena západním standardům.

Tu-204-300: Zkrácená verze letadla určená pro dálkové tratě. Má sníženou přepravní kapacitu a zvětšenou kapacitu palivových nádrží.

Existuje i několik nákladních verzí a to Tu-204C Tu-204CE a Tu-204-100CE dále se od roku 200 vyrábí Tu-214 s delším doletem a Tu-204-100E určená pro export.



Obr. 3.14 Tupolev Tu-204-100 společnosti Air Koryo^[135]

Tab. 3.1 Technické údaje letadel na střední tratě (část 1)

	A300B2	A300B4	A300-600	A310-200	A310-300	A319	A320	A321
Dolet [km]	3 430	5 375	7 505	4 000	5 600	4 907	5 460	4 350
Dostup [m]	11 500	10 700	12 200	12 192	12 192	12 134	11 900	12 500
Kapacita	230	230	266	218	218	140	165	206
Motory	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2X	2x
Tah motorů [kn]	236	236	276	236,65	240	120	120	147
Rychlost [km/h]	847	847	876	850	850	828	828	828
Rozpětí [m]	44,84	44,84	44,84	43,9	43,9	35,8	35,8	35,8
Délka [m]	53,62	53,62	54,1	46,64	46,64	33,84	37,57	44,51
Výška [m]	16,53	16,53	16,5	15,8	15,8	11,76	11,76	11,76
Hmotnost [t]	85,41	88,5	90,9	79,45	83,1	40,1	41,5	48,5
MTOW [t]	140	165	172	142	164	76	78	94
Palivo [l]	44 000	62 000	68 150	54 920	75 470	29 840	27 200	29 680
Platící náklad [kg]	38 000	35 500	39 700	33 550	33 460	14 000	16 600	21 200
Počet kusů	59	190	567	85	170	1 454	4 146	1 219

Tab. 3.2 Technické údaje letadel na střední tratě (část 2)

	B707- 120	B707- 320	B727- 100	B727- 200	B727 Adv. 200	B737- 100	B737- 200
Dolet [km]	5 177	7 450	3 260	2 685	4 635	2 946	4 900
Dostup [m]	9 600	11 346	11 125	10 210	10 210	10 675	11 285
Kapacita	179	189	131	163	145	113	136
Motory	4x	4x	2x	2x	2x	2x	2x
Tah motorů [kn]	55,62	70,29	62,3	71,1	77,3	64,4	71,2
Rychlost [km/h]	884	876	917	917	917	780	780
Rozpětí [m]	39,87	43,41	32,92	32,92	32,92	28,35	28,35
Délka [m]	44,04	46,61	40,59	46,69	46,69	28,65	30,53
Výška [m]	12,94	12,93	10,36	10,36	10,36	11,23	11,23
Hmotnost [t]	53,25	61,235	40,37	45,086	46,021	28,12	29,6
MTOW [t]	116,575	141,52	76,655	86,82	95,027	44,225	52,39
Palivo [l]	65 700	90 290	31 000	37 020	37 020	17 860	19 500
Platící náklad [kg]	19 300	23 400	12 000	18 300	18 300	10 925	15 710
Počet kusů	141	244	582	1 260		30	991

Tab. 3.3 Technické údaje letadel na střední tratě (část 3)

	B737- 300	B737- 400	B737- 500	B737- 600	B737- 700	B737- 800	B737- 900
Dolet [km]	4 800	4 635	5 555	5 555	6 113	5 422	5 050
Dostup [m]	11 285	11 285	11 285	11 285	12 505	12 505	12 505
Kapacita	149	188	140	140	149	189	189
Motory	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x
Tah motorů [kn]	88,9	104,5	82,3	82,3	89	107	117,3
Rychlost [km/h]	795	795	795	850	850	850	850
Rozpětí [m]	28,88	28,8	28,8	28,8	34,32	34,32	34,2
Délka [m]	33,4	36,45	31,01	31,01	33,6	39,5	41,2
Výška [m]	11,13	11,13	11,13	11,13	12,6	12,6	12,6
Hmotnost [t]	32,9	35,1	31,9	36,44	37,585	41,48	44,676
MTOW [t]	56,472	62,822	57,81	49,885	70,068	79,002	79,002
Palivo [l]	23 830	23 830	23 830	26 020	26 020	26 020	26 030
Platící náklad [kg]	14 805	18 620	14 770	14 770	16 505	20 540	20 240
Počet kusů	104	1 113	389	69	1 266	3 995	424

Tab. 3.4 Technické údaje letadel na střední tratě (část 4)

	B757-200	B757-300	Il-18A	Il-18B	Il-18V	Il-18D	Il-18E	Il-86
Dolet [km]	7 600	6 658	3 300	3 300	3 200	3 700	3 200	4 600
Dostup [m]	12 800	12 500	9 400	9 800	10 000	9 000	10 000	13 000
Kapacita	239	295	89	89	110	65	122	350
Motory	2x	2x	4x	4x	4x	4x	4x	4x
Tah motorů [kn]	193,5	193,5	2 982	2 982	3 075	3 124	3 124	127,5
Rychlost [km/h]	850	850	650	-	600	625	625	900
Rozpětí [m]	38,05	38,05	37,42	37,42	37,4	37,4	37,4	48,06
Délka [m]	47,32	54,47	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	59,54
Výška [m]	13,56	13,56	10,17	10,17	10,17	10,17	10,17	15,81
Hmotnost [t]	57,84	57,84	30,579	-	34,63	35	34,63	116,25
MTOW [t]	115,68	123,6	59,35	61,2	61,2	64	61,4	206
Palivo [l]	43 490	43 400	-	23 700	-	23 700	-	114 000
Platící náklad [kg]	25 970	31 600	12 000	14 000	13 500	13 500	13 500	42 000
Počet kusů	995	55	20	65	334	122	23	103

Tab. 3.5 Technické údaje letadel na střední tratě (část 5)

	Jak-42	Jak-42D	MD-81	MD-82	MD-83	MD-87	MD-88	MD-90
Dolet [km]	1 450	1 700	2 897	3 800	4 600	4 395	4 850	4 200
Dostup [m]	11 000	9 600	11 795	11 300	11 300	11 300	11 300	12 100
Kapacita	120	120	142	144	144	144	144	153
Motory	3x	3x	2x	2x	2x	2x	2x	2x
Tah motorů [kn]	63,2	103,8	82,3	92,9	93,4	88,98	93,4	111,21
Rychlost [km/h]	820	700	813	810	810	810	810	809
Rozpětí [m]	34,2	34,88	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87
Délka [m]	36,38	36,38	45,06	45,1	39,7	45,1	45,1	46,51
Výška [m]	9,83	9,83	9	9	9	9,3	9	9,33
Hmotnost [t]	28,96	34,515	33,329	37,9	38,74	35,31	38,74	40,007
MTOW [t]	52	57	63,505	67,8	75,58	63,503	75,58	70,76
Palivo [l]	-	-	22 100	22 100	26 350	22 100	26 350	22 130
Platící náklad [kg]	12 800	13 500	18 195	17 400	16 600	16 600	18 200	17 800
Počet kusů	94	87	132	569	265	75	150	114

Tab. 3.6 Technické údaje letadel na střední tratě (část 6)

	Tu-154	Tu-154A	Tu-154B	Tu-154M	Tu-204	Tu-204-100	Tu-204-120	Tu-204-300
Dolet [km]	3 850	4 000	4 000	5 600	2 900	5 000	5 000	7 200
Dostup [m]	12 800	12 800	12 800	12 100	12 100	12 100	12 100	12 100
Kapacita	167	152	152	180	214	210	210	162
Motory	3x	3x	3x	3x	2x	2x	2x	2x
Tah motorů [kn]	93,2	100	103	103,95	157,28	157,28	189,37	157,28
Rychlost [km/h]	900	910	915	880	830	850	850	850
Rozpětí [m]	37,55	37,55	37,55	37,5	41,8	41,8	41,8	41,8
Délka [m]	47,9	47,9	47,9	48	46,1	46,1	46,1	40,2
Výška [m]	11,4	11,4	11,4	11,4	13,88	13,88	13,88	13,88
Hmotnost [t]	43,5	44,1	50,755	53	56,92	58,8	-	57,5
MTOW [t]	84	94	96	100	94,6	103	103	103
Palivo [l]	-	-	-	39 750	-	30 812	30 812	-
Platící náklad [kg]	16 000	18 000	18 000	18 000	21 000	21 000	21 000	18 000
Počet kusů	42	77	486	313	11	16	3	8

4. Letadla na dlouhé tratě

Tato kapitola je zaměřena na letadla, která se využívají k dálkovým letům nad 3 000 km. Tato letadla se v provozu objevila poprvé od 70. let 20. století, kdy bylo zkonstruováno největší letadlo své doby Boeing 747. Všechna tato letadla k pohonu využívala čtyři proudové motory, až v 80. letech se objevila první velkokapacitní dvoumotorová letadla, která mohla díky předpisu ETOPS obsluhovat zaoceánské linky. Hlavním znakem většiny těchto letadel je široký trup, ve kterém jsou sedadla řazena až po 10 se dvěma uličkami a vysoká přepravní kapacita. Ke konci 90. let se na dálkových tratích začala více prosazovat dvoumotorová letadla, zvláště A330 a B777 na úkor čtyřmotorových, díky úspornějšímu provozu.

4.1 Airbus A330

Myšlenka na dvoumotorový letoun, který by byl pokračovatelem A300 pochází již ze 70. let. Tento letoun by měl navíc díky zvýšenému doletu působit i na dálkových tratích a díky modernější dvoumotorové konstrukci by mohl nahradit DC-10 a L-1011 Tristar oproti kterým by ušetřil až 25% paliva. Jako u předchozích Airbusů se na vývoji letadla podílelo několik firem. Aerospatiale vytvořila kokpit, část středního trupu a nosiče pohonných jednotek, BAE vyvinulo křídla, DaimlerChrysler Aerospace velkou část trupu, ocasní plochy a přední dveře vytvořila CESA a Belairbus přistávací zařízení. Celková montáž pak proběhla v Toulouse. Svůj první let si A330 odbyl v listopadu 1992. V roce 1994 byl poprvé zařazen do provozu leteckou společností Air Inter a používá se do současnosti. A330-200 drží rekord v délce letu bez pracujících motorů s cestujícími na palubě. Roku 2001 došlo letounu společnosti Air Transat palivo vinou netěsnosti nádrží. Kapitán však dokázal letoun dovést na 120 km vzdálené letiště na Azorských ostrovech.^[136]

Konstrukce

Konstrukce je založena na prodloužení trupu A300, bylo pro něj vyvinuto nové křídlo a ocasní plochy. Trup A330 je rozdělen na kabinu posádky, přední vstupní vestibul, kabinu pro cestující, zadní vstupní vestibul a ocasní část s APU, která je určena k napájení systémů, když jsou vypnuty hlavní motory. Přední sklo je vyhříváno pomocí elektrického systému, který se stará i o pohon stěračů, vnitřní a vnější osvětlení a činnost výstražných světel a majáků.

Posádku tvoří 2 piloti, podle potřeby mohou být v kokpitu další 2 členové na sklopných sedadlech. Vybavení kabiny je převzato z A320 díky tomu A330 mohou po školení týkající se rozdílů řídit i piloti rodiny A320 a dokonce i A340. Místo volantu je před piloty instalován sklopný odkládací stolek, letoun je ovládán malými řídicími rukojetěmi (side-sticks) a k podávání řídicích povelů používá elektronický systém FBW. Spoilery, křídélka, výškovka a směrové kormidlo jsou řízeny klasicky pedály nebo je ovládá autopilot prostřednictvím primárního a záložního počítačového okruhu.

V první a obchodní třídě je 4-6 sedadel širokých 0,53 m a 2 uličky po 0,53 m. V ekonomické třídě je 7-8 sedadel širokých 0,46 m a taktéž 2 uličky po 0,48 m. Z důvodu plného využití nákladového prostoru pro kontejnery stoupá zadní část kabiny cestujících pod úhlem 1,5°. Do předního nákladového prostoru se lze umístit 18 LD3 kontejnerů a zadní část pojme 14 (U verze -200 je to 14 a 12).

U A330 si zákazníci můžou vybrat z 3 druhů motorů. Na výběr jsou nejmodernější General-Electric CF6-80E1, Pratt & Whitney PW4000 nebo Rolls-Royce Trent 700. A330 s obsahem nádrží 139 090 litrů je schválen k 180 minutám ETOPS na atlantických trasách. Křídlo o šípovitosti 30° má lepší aerodynamické vlastnosti a menší koeficient odporu než B747 a DC-10. Na náběžné hraně křídla je slot, na odtokové hraně Fowlerovy klapky a snímatelnými koncovými oblouky s winglety zhotovených z kompozitních materiálů. Na horní straně každé poloviny křídla je šest spoilerů, které lze vychýlit o 35°, vnější klapky lze vychý-

lit o 33°. Na ocasních ploše je směrové kormidlo s maximální výchylkou 30° a výškovky, které lze vychýlit v rozmezí +15° až -30°.

Podvozek letounu tvoří příďová noha zatahovatelná dopředu trupu s dvojicí kol, které lze natočit o 55°. Hlavní podvozek se skládá ze čtyřkolového vozíku s brzdami z uhlíkových kompozitů a zasouvá se směrem k trupu. Celé přistávací zařízení je ovládáno hydraulicky a to včetně slot na náběžné hraně a přistávací klapky.^[26]

Verze

A330-300: A330-300 je první verzí A330. Do provozu byl zařazen roku 1994.

A330-200: Zkrácená verze A330-300 z roku 1995. Letoun je oproti verzi -300 o 5 metrů kratší. A330-200 má také zvětšenou SOP, která má díky tomu větší účinnost.^[137]

Obě verze jsou také nabízeny v nákladní verzi jako A330-200F a A330-300F, jako vojenský vzdušný tanker A330 MRRT a v roce 2017 byly vyvinuty vylepšené a úspornější verze A330-800neo (-200) a A330-900neo (-300).



Obr. 4.1 Airbus A330-300 9XR-WP společnosti RwandAir^[138]

4.2 Airbus A340

Vývoj A340 začal souběžně s vývojem A330 a byl vybaven stejným křídlem, trupem a téměř stejným kokpitem, díky čemuž může být po školení pilotován i piloty A330 a rodiny A320 i přes různý počet motorů. Byl vyvíjen kvůli omezení pro dvoumotorová letadla na transatlantických trasách a také jako konkurent B747. Spolu s A330 jsou prvními letadly, které jsou výhradně projektované pomocí počítačových systémů (CAD). Společným vývojem A330 a A340 společnost Airbus ušetřila přibližně 500 milionů USD. Testování začalo od roku 1991 a roku 1993 byl poprvé zařazen do provozu německou společností Lufthansa. Kvůli své vysoké spotřebě a stále stoupajícím cenám paliva začala poptávka po A340 klesat na úkor A330 a B777 a nakonec byla jeho výroba roku 2011 ukončena. A340 patří mezi nejbezpečnější dopravní letouny na světě, dosud ještě neměl žádnou nehodu, při které zemřel člověk.^[140]

Konstrukce

Spolu s A330 byly vyvíjeny, jako jeden typ mají stejná křídla, trup a palubní systémy. Rozdíl mezi oběma letadly je v počtu motorů. A340 je vybaven 4 motory CFM56-5C4, které mají tah 146 kN. Díky 4 motorům měl o 20 % nižší namáhání na křídlech. Celková hmotnost letadla je snížena díky použití karbonových slitin na ocasní plochy. Kvůli doletu však A340 nese velké množství paliva a to se pak projeví na množství cestujících a nákladu, které může přepravit.^[23]

V uspořádání do 3 tříd jsou v první třídě sedadla řazena po 6 sedadlech, která jsou široká 0,685 m, a uličkou 0,53 m, v obchodní třídě po 7 sedadlech širokých 0,61 m a uličkou 0,48 m a v ekonomické třídě po 8 sedadlech širokých 0,5 m a uličkou 0,42 m. Nákladový prostor je rozdělen na přední a zadní část přičemž se do nich vleze 14 a 12 LD3 kontejnerů ve verzi -200 a 18 a 14 LD3 kontejnerů ve verzi -300.^[139]

Podvozek A340 se skládá z přední příďové nohy, dvou čtyřkolových vozíků umístěných na křídlech mezi kterými se uprostřed trupu nachází přídatná dvoukolová noha.

Verze

A340-200: Verze -200 poprvé vzlétla roku 1992 a první dodání bylo roku 1993. Oproti verzi -300 je o 4, 29 metru kratší a při standardním rozdělení tříd se do něj vleze o 18 cestujících méně. Tato verze uveze ve 3 třídách 261 pasažérů na vzdálenost 13 800 km a při 240 rovněž ve třech třídách dokonce 15 000 km. Této verze bylo vyrobeno pouze 28 kusů.

A340-300: A340-300 byl první verzí A340, první testovací let se uskutečnil roku 1991, a první stroj byl dodán Air France nakonec o měsíc později než verze -200 Lufthanse. Má větší kapacitu (má delší trup) než -200, ale za cenu omezení kapacity nádrží a snížení maximálního doletu. Má menší rychlost stoupání než ostatní verze A340 a konkurenční typy firmy Boeing.

Dalšími verzemi byli A340-500 a A340-600, které poprvé vzlétly roku 2001. A340-500 ve své době byl dopravním letounem s nejdelším doletem na světě.^[141]



Obr. 4.2 A340-200 společnosti Air Bourbon^[142]

4.3 Boeing 747

První myšlenky na velkokapacitní dopravní letoun pocházejí z počátku 60. let, kdy v důsledku stoupajícího zájmu o leteckou dopravu postupně docházelo k přetížení letišť a letových hladin v hustě obydlených oblastech. Práce na 747 zahájil Boeing v roce 1966 po objednávce společnosti Pan Am na 25 kusů. Vývoje 747 se účastnilo celkem 1500 přímých a 15 000 nepřímých dodavatelů z devíti států. V témže roce se v Everettu začal stavět výrobní závod, který měl být určen výhradně pro 747. Roku 1967 byl závod dokončen a rozeběhla se v něm výroba. První prototyp Boeingu 747 vzlétl 9. února 1969 a na konci téhož roku získal osvědčení o letové způsobilosti. V roce 1970 byla 747 poprvé společností Pan Am nasazena na pravidelnou linku a to na trase z New Yorku do Londýna. Díky své velikosti si letoun vysloužil přezdívku Jumbo Jet, podle největšího slona z cirkusu Barnum & Bailey. Roku 1977 došlo ke střetu dvou Boeingu 747 na letišti Los Rodeos na Tenerife. Nehoda měla celkem 579 obětí, což z ní dělá největší leteckou havárii v dějinách. Boeing 747 si až do roku 2005 držel status největšího dopravního letadla na světě, poté jej překonal Airbus A380. Letoun je ve výrobě až do současnosti.^[27]

Konstrukce

Z aerodynamického a konstrukčního hlediska 747 vychází z Boeingu 707. Oproti 707 má 747 vyvýšenou přední část trupu, kde se nachází paluba přístupná schodištěm. Tato paluba měla být původně odpočinkovým prostorem pro posádku, ale postupně se z ní stal bar a nakonec zůstala vyhrazena pro cestující první nebo obchodní třídy. Kabina je určena pro tříčlennou posádku, přičemž do ní mohou být instalovány další dvě sedadla. Díky umístění pilotní kabiny na horní palubě mohou být sedadla pro cestující na spodní palubě umístěna i na přídí za prostorem pro radiolokátor. Ocasní plochy 747 jsou klasického uspořádání a rozměrově odpovídají několikapatrovému domu.

V uspořádání do dvou tříd jsou sedadla první třídy umístěna vepředu hned za radarovým prostorem a v horní části kabiny. Za radarovým prostorem se nachází 32 sedadel po 4 v jedné řadě a s jednou uličkou. V horní kabině je umístěn buď bar, anebo 16 až 32 sedadel první třídy. Koncepte kabiny 747 umožňuje řadit sedadla ekonomické třídy v letounu po 9 nebo po 10 v jedné řadě. Pod kabinou pro cestující se nachází dva nákladové prostory, přičemž přední má objem 78,4 m³ a zadní 68,6 m³.^[1]

K pohonu Boeingu 747 slouží čtyři dvouproudové motory typu Pratt & Whitney JT9D-7A. Tyto motory mají oproti předchozím typům velké příďové dmychadla a vyšší obtokový průměr. Motory jsou vybaveny dvěma obraceči tahu, jeden pro obtokový a jeden pro vnitřní proud. Křídlo 747 má šípovitost 37,5°. Na náběžné hraně je vybaveno sloty a Krügerovými klapkami a na odtokové hraně dvoustěrbinovými vztlakovými klapkami, před kterými jsou umístěny spoilery.^[9]

Podvozek 747 je tvořen přední dvoukolovou nohou a čtyřmi čtyřkolovými nohami hlavního podvozku.^[22]

Verze

747-100: První sériově vyráběná verze Boeingu 747. Vylepšením tohoto letounu vznikla verze -100B, která má zvýšenou maximální vzletovou hmotnost.

747-200: Verze, která vstoupila do provozu v roce 1971, v provedení -200B má výkonnější motory Pratt & Whitney JT9D-3A a prodloužený dolet.

747-300: Verze -300 vstoupila do provozu roku 1983 a oproti -200 má prodlouženou horní část kabiny, což vede ke zvýšení přepravní kapacity letounu o 69 pasažérů. Narozdíl od -200B má také o 25 % menší měrnou spotřebu paliva na pasažéra. Jedná se o nejméně rozšířenou verzi 747.

747-400: Verze z roku 1989, která vychází z -300, má navýšenou kapacitu, maximální vzletovou hmotnost a dolet. Oproti předchozím verzím má „skleněný kokpit“ a k obsluze stačí dvoučlenná posádka. Pro cestující je připraven komfortnější způsob cestování včetně odpočinkového prostoru s křesly a lůžky, který se nachází v zadní části letadla.

747SP: Speciálně upravená verze 747 s trupem zkráceným o 14,4 m. Tento letoun absolvoval přelet z výrobního závodu Boeingu v Everettu do Kapského města v délce 16 560 km bez mezipřistání.

747SR: Verze vyvinutá pro potřeby přetížených vnitrostátních linek v Japonsku, která má snížený dolet a navýšenou přepravní kapacitu.

Boeing 747 se také využívá jako nákladní letoun 747F, 747-400F a 747-200C, která je určena i pro přepravu cestujících, a pro vojenské účely. Nákladní verze jsou vybaveny zvedací přídi a také válečkovou drahou uvnitř nákladového prostoru, což umožňuje rychlejší nakládání a vykládání zboží. 747 se používá také jako speciál prezidenta USA, který je nazván Air Force One. NASA také využívala dva Boeingy 747 k přepravě raketoplánů ze základny Edwards v Kalifornii na mys Canaveral na Floridě.

V roce 2005 byla oznámena nová verze 747-8, která byla reakcí na Airbus A380. Při vývoji bylo uplatněno prvků z Boeingu 787 Dreamliner. Navzdory přednostem 747-8 se na trhu civilních letadel prosadil spíše A380 díky dřívějšímu nástupu, a tak se 747-8 prodává spíše v nákladní verzi 747-8F.^[143]



Obr. 4.3 Boeing 747-400 společnosti KLM^[144]

4.4 Boeing 767

Počátek vývoje 767 sahá až do roku 1971, kdy firma Boeing začala pracovat na vývoji letadla pro transkontinentální lety, které by nahradilo 707 a Douglas DC-8. V roce 1973 Boeing k vývoji přizval kolem 30 leteckých společností, aby nadefinovaly své požadavky na nový letoun. V roce 1976 představil Boeing projekt B7X7-962 vyvinutý podle požadavků a k dokončení projektu došlo v roce 1978 objednávkou 30 letadel společností United Airlines. Na veřejnosti byl 767 poprvé představen roku 1981 a v témže roce si odbyl také svůj první start. Na pravidelné linky byl 767 poprvé nasazen roku 1982. Letoun poté získal osvědčení ETOPS na 60 minut letu a stal se tak prvním dvoumotorovým letadlem, kterému bylo umožněno operovat na linkách přes oceán. Roku 1985 navíc získal ETOPS na 120 minut a v roce 1989 dokonce na 180 minut. Díky společnému vývoji s 757 mohli navíc na 767 létat i posádky 757 pouze po přeškolení. V roce 2001 byly dvěma 767 provedeny teroristické útoky na mrakodrapy Světového obchodního centra v New Yorku. Boeingy 767 se stále v současnosti vyrábí v nákladním provedení, pro přepravu pasažérů je postupně nahrazován Boeingem 787 Dreamlinerem.^[146]

Konstrukce

Poloskořepinový trup letadla má mírně eliptický průřez. V konstrukci trupu jsou využity také uhlíkové, skelné a aramidové kompozity. Trup letounu je rozdělen na několik částí včetně kabiny pro cestující. Ocasní plochy letadla mají klasické uspořádání, směrovka, výškovka i stabilizační plocha jsou ovládány pomocí hydrauliky. Stejně jako souběžně vyvíjený 757 má tzv. skleněný kokpit, který také tvoří šest CRT obrazovek pro systémy EFIS a EICAS.

V kabině pro cestující lze naskládat sedadla po pěti až osmi v jedné řadě. Při klasickém uspořádání do tří tříd jsou v první třídě sedadla řazena po pěti v jedné řadě s roztečí až 0,97 m, v obchodní třídě po šesti s roztečí 0,89 m a v ekonomické třídě po sedmi sedadlech s roztečí 0,81 m.^[147] Nákladové prostory letadla jsou rozděleny na dvě sekce, přičemž přední pojme 12 LD-2 kontejnerů a zadní 10. U nejdelší verze 767 se do obou nákladových prostorů vleze až 38 kontejnerů LD-2.

K pohonu 767 slouží dvojice motorů Pratt & Whitney PW4000 nebo General Electric CF6-80C2. Hliníkové křídlo letadla má šípovitost 31,5°, má dva podélníky a jeho vnitřní prostory jsou využity jako palivové nádrže. Na náběžné hraně se nachází pět sekcí hydraulicky ovládaných slotů a na vnějších částech křídla se nachází šest párů spoilerů, z nichž jeden slouží pouze k brzdění na zemi. Na odtokové hraně jsou tříštěrbinové vztlakové klapky a na vnějších koncích křídel jsou křídélka.^[145]

Podvozek letounu je tvořen přední říditelnou dvoukolovou nohou a dvojicí čtyřkolových noh hlavního podvozku, které jsou vybavené brzdami. Pro ovládání výškovky a směrovky slouží tři na sobě nezávislé hydraulické okruhy a křídélka dva hydraulické okruhy.

Verze

767-200: První verze vyráběná od roku 1982

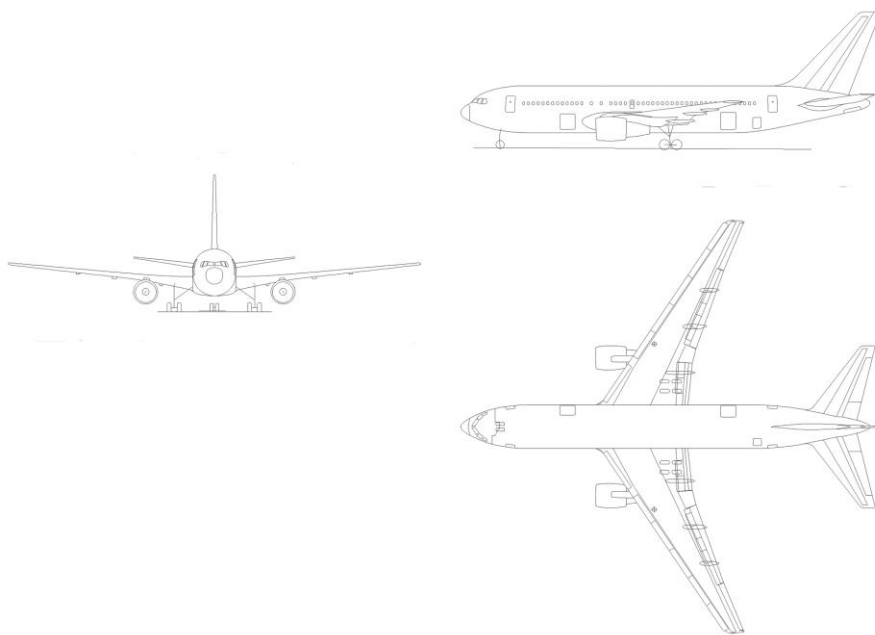
767-200 ER: Tato verze byla vyvinuta kvůli omezenému doletu 757-200. Je vybavena motory s vyšším tahem a přídatnou nádrží, která se nachází v centroplánu. Má také zesílený podvozek, centroplán a náběžnou hranu křídla.

767-300: Verze vznikla prodloužením 767-200 o 6,43 metru, čímž kapacita letounu vzrostla o 45 sedadel a nákladní prostor se zvětšil o 31%. Nadále se dělí na tři subverze podle uspořádání kabiny pro cestující a počtu dveří.

767-300ER: Verze odvozená z 767-300, která je vybavena přídatnou nádrží ve středu letadla. Má vyšší dolet a vzletovou hmotnost. Letoun je nabízen i ve verzi s motory Rolls Royce RB211-524H.

767-400 ER: Verze -400 má oproti předešlým verzím zesílenou konstrukci centroplánů a křídla. Jako první letadlo má tzv. raked winglets, což jsou zalomené vodorovné winglety. Narozdíl od předchozích typů má také trup prodloužený oproti 767-300 o 6,4 metru, z toho 3,36 metru před centroplánem a 3,06 metru za centroplánem. Podvozkové nohy letounu jsou kvůli vyšší hmotnosti prodlouženy o 44 cm a kola s brzdami jsou převzaty z 777. Díky úspornějším motorům má opět prodloužený dolet a na přání zákazníka lze do trupu instalovat ještě další přídatnou nádrž.

K dalším verzím 767 patří nákladní letouny 767-200SF, 767-300F a 767-300BCF, který lze přestavovat mezi civilní a nákladní verzí.



Obr. 4.4 Boeing 767-200^[148]



Obr. 4.5 Boeing 767-400ER společnosti Continental Airlines^[190]

4.5 Boeing 777

Vývoj Boeingu 777 byl zahájen v roce 1986 z důvodu požadavku leteckých společností na letoun, který by vyplnil mezeru mezi 747 a 767. Už od počátku vývoje Boeing spolupracoval na jednotlivých částech letadla s leteckými společnostmi, aby letoun co nejvíce vyhověl jejich požadavkům. První objednávku dostal Boeing v roce 1990 a kvůli výrobě musel postavit dvě nové montážní linky, na kterých byla roku 1993 zahájena výroba letounu. První vzlet 777 se uskutečnil v roce 1994 a do sériového provozu byl nasazen o rok později. 777 se stal prvním letadlem, které bylo kompletně navrženo pomocí počítačových systémů CAD a prvním Boeingem, který byl vybaven elektroimpulsním řízením.^[149] Mezi hlavní konkurenty nového letadla patřily Airbusy A330 a A340 společně s McDonnell Douglasem MD-11. V roce 1997 byla vyrobena verze 777-300, která se stala největším dvoumotorovým letadlem na světě a svou kapacitou se dorovnala prvním verzím Boeingu 747. Verze s prodlouženým doletem 777-300ER se stala navíc nejúspěšnějším letadlem na světě až do nástupu Airbusu A350 a Boeingu 787. Boeing 777 je nejvíce vyráběným širokotrupým letadlem a v současné době Boeing vyvíjí nové verze označené jako 777X, u kterých plánuje první dodávky v roce 2020.

Konstrukce

Boeing 777 je širokotrupý dopravní letoun, konstrukčně vychází z Boeingu 767. Jeho posádka je tvořena dvěma piloty. Jako první Boeing je vybaven systémem řízení FBW s letovým systémem AIMS. Kokpit 777 je také vybaven „skleněným kokpitem“ s šesti digitálními obrazovkami. Na každé straně trupu jsou umístěny čtyři dveře určené pro nástup a výstup cestujících. Rozmístění vstupních vestibulů a toalet uvnitř trupu se odvíjí od přání zákazníka. V nákladovém prostoru letadla může být také umístěna kabinka pro odpočinek posádky.

Při uspořádání do tří tříd má letoun 16 sedadel první třídy, která jsou řazena po šesti s roztečí 1,56 m. Obchodní třída je tvořena 58 sedadly po sedmi v jedné řadě s roztečí 0,99 m a ekonomická třída 227 sedadly řazených po devíti s roztečí 0,81 m. V každé třídě jsou bloky sedadel odděleny od sebe dvěma uličkami. 777 má celkem dva nákladové prostory, přičemž přední pojme 18 LD-3 kontejnerů a zadní 14 LD-3 kontejnerů. Oba dva nákladové prostory jsou přístupné dveřmi na pravé straně trupu.^[153]

K pohonu letounu mají zákazníci na výběr mezi dvojicí turbodmychadlových motorů General Electric GE90-115Bl, což jsou s tahem 513 kN nejsilnější letecké motory na světě, Pratt & Whitney nebo Rolls-Royce Trent 800. Pro verze s prodlouženým doletem se používá pouze GE90 se zvětšeným obtokovým poměrem.^[25] Křídlo 777 má šípovitost 31,6°. Na náběžné hraně křídla má 777 sedm sekcí slotů a 7 párů spoilerů. Na odtokové hraně se nachází dvoušterbinové vztlakové klapky a na koncích křídla jsou umístěna křídélka.^[150]

Podvozek 777 je tříbodový a skládá se z přední dvoukolové nohy, která se zatahuje směrem dopředu a dvou šestikolových noh hlavního podvozku, které se zatahují směrem k trupu letounu. Díky šestikolovým vozíkům došlo k vhodnému rozložení plošného zatížení a u letounu tak není potřeba instalovat třetí a čtvrtou nohu hlavního podvozku.

Verze

B777-200: První verze 777 určená především pro americký trh.

B777-300: Prodloužená verze 777, která je oproti -200 delší o 12 m. Při celoeconomickém uspořádání se do ní vleze až 550 cestujících. Kvůli své délce je letoun vybaven pojezdovými kamerami, aby měli piloti snazší manévrování na letištní ploše.^[151]

B777-200ER: Verze, která byla původně označena 777-200IGW kvůli zvýšené maximální vzletové hmotnosti, je vybavena přídatnými nádržemi pro lety nad Atlantikem. Letoun drží rekord v letu na jeden fungující motor a to 177 minut.

B777-300ER: Tato verze vyráběná od roku 2004 je nejrozšířenější verzí 777. Má zesílený podvozek, přídatné nádrže a zahnuté konce křídel pro nižší spotřebu. Oproti verzi -300 uletí o 34% větší vzdálenost. Po oznámení výroby -300ER většina leteckých společností změnila objednávky 777-300 právě na tento typ.^[152]

Od roku 2006 je ve službě také verze pro ultra-dlouhé tratě 777-200LR a nákladní verze a B777 Freighter.



Obr. 4.6 Boeing 777-300ER společnosti Emirates^[154]

4.6 Iljušin Il-62

Vývoj Il-62 začal v roce 1960, kdy Iljušin dostal zadání na čtyřmotorový dopravní letoun, který měl nahradit Tupolev Tu-114. Zkoušky prvního prototypu letadla začaly v roce 1962 a následující rok prototyp poprvé vzlétl. Při konstrukci Il-62 bylo využito několik nových technologických prvků například tzv. psích zubů nebo obraceče tahu motorů, které měl Il-62 jako první letoun sovětské výroby. Zkoušky Il-62 byly završeny v roce 1967 a letoun byl uveden do sériového provozu. Do roku 1977 bylo vyrobeno celkem 91 strojů z toho dva prototypy. Il-62 si získal oblibu zejména kvůli komfortu pro cestující, úspornému provozu a vysoké spolehlivosti. Výroba letounu byla ukončena roku 2004, avšak letoun je dnes stále v provozu.

Konstrukce

Trup Il-62 je poloskořepinové konstrukce s průřezem ve tvaru elipsy, přičemž velká část draku letadla je zhotovena z duralu. Ve špičce letadla pod dielektrickým krytem se nachází an-

těna meteorologického radaru Groza-62. Kabina letové posádky je určena pro pět členů z toho dva piloty, navigátora, radistu a palubního mechanika. V zadní nepřetlakové části trupu, která je oddělena přepážkami v místě motorů, se nachází APU a přístrojová sekce.

Prostor pro cestující je rozdělen do dvou oddělení, ve kterých jsou sedadla řazena po šesti v jedné řadě s jednou uličkou. Il-62 má tři přetlakové podpalubní nákladové prostory o celkovém objemu 42,2 m³.

K pohonu Il-62 slouží čtveřice dvouproudových motorů Kuzněcov NK-8-4, které jsou umístěny ve zdvojených gondolách v zadní části letadla na bocích trupu. Trysky vnějšího páru motorů jsou vybaveny obracečem tahu. Křídlo Il-62 se skládá ze tří částí, přičemž vnější část má výrazné klenutí. Na náběžné hraně křídla se nachází tzv. psí zuby a na odtokové hraně jsou třísektorová křídélka a dvousektorové vztlakové klapky.^[155] Před vnějšími vztlakovými klapkami jsou umístěny dvousektorové spoilery, které slouží jako aerodynamická brzda při přistání. Palivový systém letadla tvoří sedm integrálních palivových nádrží, které jsou umístěny ve střední části křídla.

Podvozek Il-62 je tvořen přední dvoukolovou řiditelnou nohou, která se zatahuje pod podlahu pilotní kabiny. Hlavní podvozek letounu se skládá ze dvou čtyřkolových vozíků, které se zatahují směrem k trupu letadla. V zadní části letounu se nachází teleskopická zatahovatelná ostruha vybavená dvěma kolečky. Ostruha slouží k tomu, aby nedošlo ke kontaktu zadní části trupu s ranvejí.

Verze

Il-62: První sériově vyráběná verze.

Il-62M: Verze s výkonnějšími a úspornějšími motory DK-30KU. Il-62M má také vylepšené avionické vybavení, lepší aerodynamický tvar draku a větší objem palivových nádrží.



Obr. 4.7 Iljušin Il-62M2 společnosti Deta Air^[156]

4.7 Iljušin Il-96

Kvůli malému doletu Il-86 započal v roce 1974 vývoj verze Il-86D, jenže kvůli ropné krizi letoun zůstal pouze jako návrh. Z toho důvodu začal Iljušin pracovat na novém dálkovém letounu Il-96, který prezentoval v roce 1986. První prototyp odstartoval v roce 1988 a zkušební program byl ukončen v roce 1992. Mezitím Il-96 překonal rekord v doletu a to 14 800 km. První linkový let vykonal Il-96 roku 1993 na trase Moskva - New York. Kvůli ekonomické krizi v Rusku po rozpadu SSSR a také kvůli tomu, že ruští dopravci preferovali letouny západní výroby se produkce Il-96 zastavila na pouhých 26 letadlech. Provoz Il-96 byl ukončen v roce 2014.

Konstrukce

Trup I-96 je poloskořepinové konstrukce a má kruhový průřez. Pilotní kabina je určena pro dva piloty, palubního mechanika a případně inspektora nebo navigátora. K vybavení kokpitu patří systém řízení FBW a šest multifunkčních displejů. Pro nástup a výstup cestujících slouží tři vstupní vestibuly, které jsou vybaveny dveřmi na obou stranách trupu a zároveň slouží jako nouzové východy. Za zadním vestibulem se nachází přístrojová sekce a je zde umístěna APU. Il-96 má čtyřbodový podvozek, který je totožný s podvozkem Il-86

Při upořádání do tří tříd je celková kapacita letounu 235 sedadel. 22 se nachází v první třídě, 40 v obchodní třídě a 173 v ekonomické třídě. Sedadla jsou umístěna ve třech blocích, které oddělují dvě uličky. Pod kabinou pro cestující se nachází tři nákladové prostory, přičemž v předním prostoru, který pojme šest LD-3 kontejnerů, se nachází palubní kuchyňka. Střední nákladový prostor je určen pro deset LD-3 kontejnerů a zadní je určen pro přepravu zásilek.

Pohon Il-96 obstarává čtveřice dvouproudových motorů PS-90A. Křídlo letounu o šípovitosti 30° je vyrobeno z vysokopevnostních slitin a kompozitních materiálů. Na náběžné hraně křídla se nacházejí sedmissektorové sloty. Na odtokové hraně jsou dva páry křidélek, dva páry jednoštěbinových vztlačových klapek a jeden pár dvouštěbinových klapek. Před vnitřním párem vztlačových klapek se nachází třísektorové spoilery a před vnějším šestissektorové spoilery. Palivový systém Il-96 tvoří celkem devět integrálních palivových nádrží, které jsou umístěny ve křídle.^[157]



Obr. 4.8 Iljušin Il-96-300 společnosti Cubana^[158]

4.8 Lockheed L-1011 Tristar

Firma Lockheed zahájila práce na novém letadle v roce 1966 na základě poptávky od AA na velký letoun na střední tratě, který by byl schopen operovat i z letiště La Guardia v New Yorku. AA se však rozhodli pro konkurenční DC-10 a Lockheed se tak zaměřil vytvořit letoun na dlouhé tratě. Roku 1968 podepsal Lockheed smlouvu s Eastern Airlines a TWA smlouvu o objednání L-1011 a tak se výroba letounu naplno rozeběhla. První Tristar vzlétnul roku 1970 a díky svým tichým motorům, což zaujalo diváky na zemi, začal být přezdíván Whisperliner. Kvůli finančním problémům firem Lockheed a Rolls-Royce, který dodával motory, mohla být sériová výroba zahájena až roku 1972 a letoun byl uveden do pravidelného provozu. Letoun byl díky svým letovým vlastnostem a komfortu velmi oblíben mezi piloty a cestujícími. Výroba Tristaru byla ukončena v roce 1983, avšak letoun ještě dlouho sloužil v provozu. Poslední L-1011 byl stažen z provozu v roce 2014.^[159]

Konstrukce

Drak L-1011 je postaven metodou lepení kovů, díky čemu byla zvýšena jeho životnost a antikoroční ochrana. Pilotní kabina letounu určená pro tříčlennou posádku je vybavena avionikou, která vychází z vojenských letadel. Hlavním systémem je AFCFS, který umožňuje ruční nebo automatické ovládání letounu ve všech fázích letu.^[162] Společně s těmito systémy Tristar využívá systém DLC, který vylepšuje přiblížení letounu v automatickém i manuálním režimu. L-1011 je také vybaven systémem FMS, který optimalizuje trajektorii letu pro dosažení největší ekonomické úspory.^[1]

V uspořádání do dvou tříd má L-1011 28 sedadel pro cestující první třídy, která jsou řazena s roztečí 1,02 m po šesti se dvěma uličkami nebo 52 sedadel s roztečí 0,97. V ekonomické třídě má 245 sedadel řazených s roztečí 0,87 m po desíti v jedné řadě se dvěma uličkami nebo 204 sedadel řazených s roztečí 0,92 m po osmi v jedné řadě. Tristar má také spodní palubu, která je umístěna v trupu před náběžnou hranou křídla a nachází se v ní buď palubní kuchyňka, nebo salónek pro cestující.^[163]

K pohonu Tristaru slouží trojice motorů Rolls-Royce RB-211-22B. Dva motory jsou umístěny pod náběžnou hranou křídla a třetí motor se nachází v zadní části trupu. Sání vzduchu pro motor je umístěno v kořeni SOP a vzduch je ke třetímu motoru přiváděn kanálem ve tvaru písmene S. U křídla L-1011 bylo také využito metody lepení kovů. Křídlo má šípovitost 35°, k jeho mechanizaci patří dvoušterbinové Fowlerovy klapky, spoilery, kterých je šest na každé polovině a dvousektorové křídélka.^[160]

Podvozek L-1011 je tvořen přední dvoukolovou nohou, která se zatahuje směrem dopředu a dvěma čtyřkolovými nohami hlavního podvozku, které se zatahují směrem k trupu. Mezi hlavní přednosti Tristaru patří jeho hydraulický systém, který se skládal ze čtyř na sobě nezávislých okruhů a byl poháněn z motorů. Letoun je schopen doletět na letiště i při výpadku tří hydraulických okruhů. Jako první letadlo na světě je Tristar vybaven elektrickým generátorem, který je integrován přímo v motoru.^[161]

Verze

L-1011-1: První sériově vyráběná verze.

L-1011-100: Dálková obměna L-1011-1 se zvýšenou maximální vzletovou hmotností a větší zásobou paliva.

L-1011-200: Verze odpovídá L-1011-100, ale navíc je také schopna operovat z letišť ve vysoké nadmořské výšce a za vysokých teplot.

L-1011-250: Verze s prodlouženým doletem a se zesílenou konstrukcí draku letadla a podvozku. Kvůli zvýšené kapacitě palivových nádrží má tato verze redukovaný počet cestujících.

L-1011-500: Verze vytvořená podle potřeb British Airways, která má zkrácený trup, navýšenou kapacitu palivových nádrží a navýšenou maximální vzletovou hmotnost.



Obr. 4.9 Lockheed L-1011-200 TriStar společnosti British Airways^[164]

4.9 McDonnell Douglas DC-10

Práce na novém letounu zahájila firma McDonnell Douglas v roce 1967, tedy v roce kdy došlo ke sloučení firem McDonnell a Douglas, na základě požadavků American Airlines. Základním požadavkem na letoun bylo, aby zvládl cestu z New Yorku do San Francisca bez mezipřistání a za stejnou dobu jako Boeing 747. Na základě toho vznikly dva projekty třímotorových letadel a to právě DC-10 a konkurenční L-1011 od firmy Lockheed. Roku 1968 byl DC-10 ohlášen jako nový letoun u American Airlines, což vedlo k vystupňování vývoje L-1011 a opět zvýšilo konkurenci, která už tak byla vysoká po začátku vývoje A300. V roce 1968 navíc ostatní americké letecké společnosti sáhly po L-1011, což zpomalilo vývoj letadla. Letoun poprvé vzlétnul roku 1970 a roku 1971 získal osvědčení o způsobilosti a v téže roce byl letoun zařazen do pravidelného provozu. V roce 1979 došlo k nehodě jednoho z DC-10 American Airlines a následné vyšetřování odhalilo únavové jevy ve spojích motorů s křídly a se záďí trupu. Po nehodě byly zakázány lety všech DC-10, což způsobilo značné ztráty jak McDonnell Douglasu tak i leteckým společnostem. K ukončení výroby DC-10 došlo v roce 1989.^[165]

Konstrukce

Konstrukce letounu je velmi moderní a je podle zásady „fail safe“. Hydraulicky ovládané výškové i směrové kormidlo jsou rozděleny na dvě nezávislé poloviny. Kabina pro cestující je přístupná čtyřmi vstupními dveřmi na každé straně trupu letadla. Oddíly kabiny pro cestující jsou rozděleny bloky, ve kterých jsou umístěny toalety. Pod podlahou se nachází palubní kuchyňka, odkud jsou potraviny vyváženy výtahem. Oproti Boeingu 747 má prostornější pilotní kabinu, určenou pro dva piloty a jednoho palubního inženýra.

Při uspořádání do dvou tříd je kapacita letounu až 270 pasažérů. V obchodní třídě jsou sedadla řazena po šesti a v ekonomické třídě jsou sedadla řazena po osmi. Při uspořádání do jedné třídy jsou sedadla řazena po devíti v jedné řadě s roztečí 0,81 m. Velké nákladové prostory letounu umožňují přepravu objemného nákladu a dokonce i manipulaci s ním.^[1]

DC-10 je vybaven třemi dvouproudovými motory, z nichž dva jsou umístěny na křídlech, a třetí je umístěn v doutníkové gondole v kořeni svislé ocasní plochy. Letecké společnosti si mohou vybrat mezi motory Pratt & Whitney JT9D a General Electric CF6. Křídlo letounu má šípovitost 35° a jsou vybavena dvěma páry křidélek, přičemž vnější křídélka se používají jen, když jsou vysunuty sloty, které se nachází na náběžné hraně křídla. Na odtokové hraně křídla se nachází dvoušterbinové vztlakové klapky s velkými závěsnými rameny a na každé straně křídla se nachází pět spoilerů, které jsou umístěny před klapkami.^[9]

Podvozek letounu tvoří přední dvoukolová noha a dvě čtyřkolové nohy hlavního podvozku, jak je pro tuto kategorii letadel typické. Podvozek se zatahuje do přechodů mezi křídlem a trupem. K ovládání směrového a výškového kormidla DC-10 využívá hydraulický systém, který je poháněn servomotory. Hydraulicky je ovládána také stabilizační plocha letounu, jejíž pohyby jsou propojeny s pohyby obou kormidel.^[166]

Verze

DC-10-10: První verze letounu určená pro vnitrostátní linky v USA.

DC-10-15: Verze určená pro operování z vysoko položených letišť nebo za vysokých teplot.

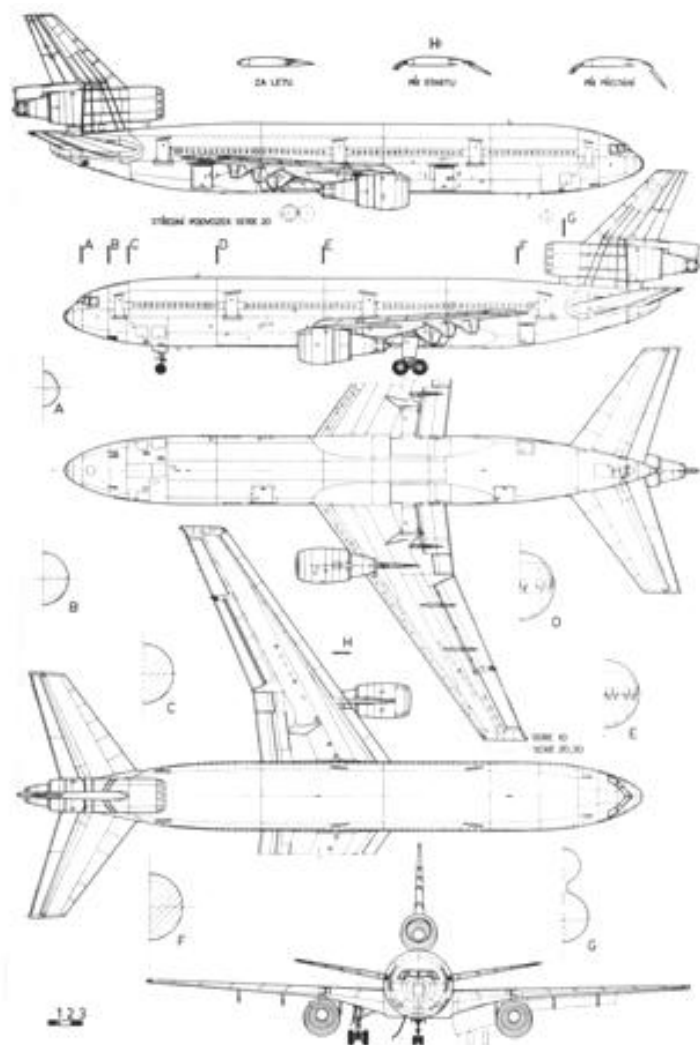
DC-10-40: První dálková verze DC-10, která byla vyráběna pouze do roku 1972. Ve středu trupu mezi nohama hlavního podvozku má tento letoun střední dvoukolovou podvozkovou nohu, která se zatahuje směrem dopředu.

DC-10-30: Nejrozšířenější verze DC-10 určená pro dlouhé vzdálenosti s vyšším obsahem palivových nádrží. DC-10-30 má taktéž střední dvoukolovou podvozkovou nohu. Existuje ještě verze DC-10-30ER, která je vybavena přídatnými palivovými nádržemi pro zvýšení doletu.

K dalším verzím patří letadla určená pro přestavbu mezi nákladní a osobní verzí DC-10-10F a DC-10-30CF a čistě nákladní verze DC-10-30AF.



Obr. 4.10 McDonnell Douglas DC-10 společnosti Lufthansa^[191]



Obr. 4.11 McDonnell Douglas DC-10^[7]

4.10 McDonnell Douglas MD-11

Prototyp nového letounu vzlétl poprvé v roce 1990. I přes velmi silnou konkurenci firm Airbus a Boeing se letoun zvládnul prosadit a byl neustále modernizován, aby zvládnul držet krok i s letadly jako A330, B777 nebo A340. Ani to však nakonec nestačilo a hlavně díky své ne hospodárnosti ztrácel zakázky na úkor svých dvoumotorových konkurentů. Konec výroby MD-11 předcházelo sloučení McDonnell Douglasu s Boeingem, který roku 2000 ukončil jeho výrobu. Poslední civilní stroj byl vyřazen roku 2014.^[168]

Konstrukce

Díky své velké svislé ocasní ploše má MD-11 výbornou podélnou stabilitu. Řídící plochy letounu jsou rozděleny na dva díly. Oproti DC-10 se MD-11 odlišuje vodorovnými ocasními plochami, které mají menší šípovitost, ale větší aerodynamickou účinnost. Na nosných plochách, kormidlech, součástech gondol motorů a přechodech mezi trupem a křídlem jsou ve velkém množství využity kompozitní materiály. Díky modernímu „glass cockpitu“ může MD-11 provádět dálkové lety pouze se dvěma piloty.^[167]

V uspořádání do tří tříd je letoun vybaven 12 sedadly první třídy řazených po 4, 59 sedadly obchodní třídy řazených po 7 a 180 sedadly ekonomické třídy řazených po devíti. Ka-

pacitou nákladního prostoru MD-11 překonal všechny dřívější letouny. Do nákladových prostorů se vleze až 14 kontejnerů LD-3 a 6 šestipatrových palet.^[169]

Pohon MD-11 obstarávají 3 dvouproudové motory, dva jsou umístěny na křídlech a třetí je umístěn ve svislé ocasní ploše. Na výběr mají zákazníci mezi motory Pratt & Whitney PW4460 a General Electric CF6-80C2D1F. Na koncích křídel má MD-11 winglety, jejichž konce směřují nahoru i dolů a využívají se pro zvýšení doletu. Letoun má trimovací nádrž umístěnou ve vodorovných ocasních plochách a v případě potřeby lze umístit přídavnou nádrž do předního nákladového prostoru.^[9]

Podvozek MD-11 je tvořen přední dvoukolovou nohou a dvěma čtyřkolovými nohami hlavního podvozku. Díky dvojitým podvozkovým kolům, která přenášejí hmotnost letounu rovnoměrně na vzletovou dráhu, je u letounu dosaženo zvýšení MTOW.

Verze

K verzím patří verze pro dlouhé vzdálenosti MD-11ER, nákladní verze MD-11F, kombinovaná verze MD-11C a konvertibilní verze z nákladní na civilní MD-11CF.



Obr. 4.12 McDonnell Douglas MD-11 společnosti Swissair^[170]

Tab. 4.1 Technické údaje letadel na dlouhé tratě (část 1)

	A330-200	A330-300	A340-200	A340-300	B747-100	B747-200
Dolet [km]	12 000	10 200	13 805	12 415	9 040	11 850
Dostup [m]	12 621	12 527	12 527	12 527	13 710	13 710
Kapacita	247	277	261	277	452	452
Motory	2x	2x	4x	4x	4x	4x
Tah motorů [kn]	320	320	145	145	215,1	243,62
Rychlost [km/h]	871	871	871	871	895	935
Rozpětí [m]	60,3	60,3	60,3	60,3	59,64	59,64
Délka [m]	58,92	63,66	59,4	63,69	70,7	70,7
Výška [m]	17,39	16,79	16,8	16,99	19,33	19,33
Hmotnost [t]	120,5	123,1	126	129,8	162,21	170,83
MTOW [t]	242	242	275	277	332, 5	372
Palivo [l]	139 090	139 090	155 040	147 850	183 380	198 380
Platící náklad [kg]	47 500	49 900	43 500	50 900	76 800	67 360
Počet kusů	619	653	28	218	176	314

Tab. 4.2 Technické údaje letadel na dlouhé tratě (část 2)

	B747-300	B747-400	B747SP	B747SR	B767-200	B767-200ER
Dolet [km]	13 590	13 600	13 440	9 000	9 400	12 200
Dostup [m]	13 700	13 700	13 750	13 710	13 100	13 100
Kapacita	470	450	370	222,41	224	224
Motory	4x	4x	4x	4x	2x	2x
Tah motorů [kn]	252,2	258	222,8	213,5	222,4	280,2
Rychlost [km/h]	930	930	938	930	850	850
Rozpětí [m]	59,64	64,44	59,64	59,64	47,6	47,6
Délka [m]	70,7	70,7	56,06	70,7	48,5	48,5
Výška [m]	19,33	19,41	19,94	19,33	15,8	15,8
Hmotnost [t]	174,04	178,65	147,29	161,89	80,31	82,38
MTOW [t]	377,85	394,6	299,4	332,5	142,88	179,17
Palivo [l]	198 380	216 840	178 700	216 840	63 220	91 380
Platící náklad [kg]	68 600	70 620	38 000	65 535	33 270	35 560
Počet kusů	81	694	45	100	252	

Tab. 4.3 Technické údaje letadel na dlouhé tratě (část 3)

	B767-300	B767-300ER	B767-400ER	B777-200	B777-200ER	B777-300	B777-300ER
Dolet [km]	9 700	11 000	10 418	5 460	16 328	10 200	13 350
Dostup [m]	13 100	13 100	13 100	11 800	11 600	11 800	11 600
Kapacita	269	269	245	400	400	451	451
Motory	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x
Tah motorů [kn]	222,4	280,2	282,5	342	417	436	514
Rychlost [km/h]	850	850	850	890	895	890	895
Rozpětí [m]	47,6	47,6	51,92	60,9	60,9	60,9	60,9
Délka [m]	54,9	54,9	61,37	63,7	63,7	73,85	73,85
Výška [m]	15,8	15,8	16,87	18,4	18,4	18,4	18,4
Hmotnost [t]	86,07	9,01	103,1	134,8	138,1	160,5	167,8
MTOW [t]	158,76	186,88	204,12	229,5	340,2	260	340,2
Palivo [l]	63 200	91 380	91 380	117 348	171 170	171 170	181 200
Platící náklad [kg]	40 230	43 800	47 000	51 250	51 250	66 050	68 500
Počet kusů	797		24	684		693	

Tab. 4.4 Technické údaje letadel na dlouhé tratě (část 4)

	Il-62	Il-62M	Il-96-300	L-1011-1	L-1011-100	L-1011-200
Dolet [km]	6 700	8 000	9 000	5 319	6 783	6 280
Dostup [m]	12 600	12 000	12 000	12 800	12 800	12 800
Kapacita	186	204	300	400	400	400
Motory	4x	4x	4x	3x	3x	3x
Tah motorů [kn]	103	112,8	156,9	186,7	193,5	213,5
Rychlost [km/h]	935	935	900	890	890	899
Rozpětí [m]	43,2	43,2	60,11	47,34	47,34	47,34
Délka [m]	53,12	53,12	55,35	54,35	54,35	54,17
Výška [m]	12,3	12,3	17,57	16,87	16,87	16,87
Hmotnost [t]	66,4	67	117	101,124	110,72	111,495
MTOW [t]	162	165	216	195,05	211,375	216,363
Palivo [l]	100 600	105 300	150 400	90 150	100 100	100 320
Platící náklad [kg]	23 000	25 000	40 000	36 288	41 600	33 657
Počet kusů	91	191	26	163	13	24

Tab. 4.5 Technické údaje letadel na dlouhé tratě (část 5)

	L-1011- 250	L-1011- 500	DC-10- 10	DC-10- 30	DC-10- 40	MD-11
Dolet [km]	5 925	9 653	4 355	7 040	6 485	12 569
Dostup [m]	12 800	12 800	12 800	12 800	12 800	12 800
Kapacita	230	300	308	380	380	323
Motory	3x	3x	3x	3x	3x	3x
Tah motorů [kn]	186,86	213,56	182,4	219,5	218	273,6
Rychlost [km/h]	899	899	928	930	906	876
Rozpětí [m]	50,09	47,34	47,34	50,41	50,41	51,77
Délka [m]	48,01	50,33	55,3	55,5	55,5	61,24
Výška [m]	16,87	16,87	17,7	17,7	17,7	17,6
Hmotnost [t]	105,067	109,024	105,82	119,52	121,22	131,035
MTOW [t]	174,79	25,184	199,58	251,744	251,744	273,289
Palivo [l]	119 900	119 900	82 100	138 700	137 509	146 170
Platící náklad [kg]	39 900	42 000	40 600	45 700	44 356	62 250
Počet kusů	50	50	71	189	42	200

5. Nadzvuková dopravní letadla

V této kapitole jsou popsána dvě nadzvuková dopravní letadla, která byla uvedena do provozu na počátku 70. let. Obě letadla mají mnoho společných prvků a již na první pohled se liší od podzvukových. Kvůli nákladnému a neekonomickému provozu se však ani jedno z letadel výrazněji neprosadilo do pravidelného provozu, kromě 14 letounů Concorde. Kvůli poklesu zájmu o cestování Concorde kvůli nehodě jednoho ze strojů byly na počátku 21. století všechny Concorde staženy z provozu.

5.1 Aérospatiale/BAC Concorde

Počátky vývoje Concordu sahají až do roku 1955, kdy myšlenky na nadzvukový letoun vznikly shodně ve Francii a Velké Británii. V roce 1961 se Britové rozhodli věnovat projektu BAC 223, zatímco ve Francii představili model letounu Super Caravelle přičemž oba projekty se dost podobaly. Ve stejném roce nabylo na intenzitě jednání o spojení obou projektů, k čemuž došlo podepsáním protokolu 29. listopadu 1962. První Concorde byl v Toulouse představen v roce 1967. Prototyp pod označením Concorde 001 vzlétl poprvé 2. března 1969, 1. října téhož roku poprvé překonal rychlost zvuku a rychlostí $M=2$ dosáhl poprvé 4. listopadu 1970. O Concorde projevil zájem celkem 16 společností, které nezávazně objednaly 74 letadel. Z toho bylo 16 objednávek od BOAC a Air France, které byly k objednání dotlačeny vládami svých zemí, aby šli příkladem. V roce 1973 ovšem byly všechny objednávky stornovány, až na ty od BOAC a Air France a to hlavně z důvodů nízké kapacity Concordu a narušování životního prostředí. Nakonec bylo uvedeno do provozu pouze 14 strojů. Poprvé s cestujícími přes Atlantik letěl Concorde v roce 1976 z Paříže do Rio de Janeiro. USA nechtělo z počátku Concorde přijímat kvůli hlučnosti, nakonec však první Concorde přistál v New Yorku o rok později. V roce 2000 měl však letoun F-BTSC nehodu, která byla značně medializovaná, a po ní zájem o létání nadzvukovou rychlostí poklesl. Kvůli nízké poptávce a rostoucím nákladům na provoz byl nakonec v roce 2003 provoz Concordu definitivně ukončen.

Konstrukce

Trup Concordu má z důvodu snížení odporu velmi malý průřez, jehož hladký potah je navíc pečlivě vyleštěn. Concorde je dokonale tepelně a zvukově izolovaný vrstvou izolace tlustou 12,7 cm. Při rychlostech kolem $M=2$ se trup zahřívá až na 120 °C, zatímco v kabině se pomocí izolace a klimatizace udržuje 20 °C. Jednotlivé sektory trupu odpovídají sektorům křídla, se kterými se montuje jako celek. Kvůli zlepšenému výhledu při vzletu a přistání je před Concorde sklopitelná o 12,5°. Při nadzvukovém letu se vysouvá tepelný štít před okna pilotní kabiny. Kabina letounu je konstruována pro rozdíl tlaků 73,5 kiloPascalů a byla podrobena důkladným únavovým zkouškám po zkušenostech s letounem Comet.^[1]

Posádku Concordu tvoří dva piloti a palubní inženýr. Maximální kapacita Concordu je 128 míst, ale obě společnosti snížily kapacitu letadla na pouhých 100 sedadel řazených po 4 z důvodu zvýšení komfortu letu. Zavazadlové prostory jsou kvůli svým malým rozměrům určeny pouze pro osobní zavazadla cestujících.

K pohonu Concordu slouží čtveřice dvourotorových turbokompresorových motorů Rolls-Royce/SNECMA Olympus 593 Mk 610. Motory jsou vybaveny přídavným spalováním, které letoun využívá pro zvýšení tahu při vzletu a přechodu na nadzvukovou rychlost. Křídlo Concordu je mnohanosíkové konstrukce, má tvar dvojité delty a je vyrobeno ze slitin mědi a hliníku s vysokou odolností vůči teplotě. Nejvíce namáhané sektory křídla jsou vyrobeny obráběním z celého materiálu. Náběžná hrana křídla je vybavena elektrickým vyhříváním. Na odtokové hraně křídla se nacházejí elevony, což jsou trojdílné plošky vyrobené z kovového sendviče, které plní funkci křidélek a výškového kormidla a jsou ovládány nezávislými hydraulickými okruhy. Palivové nádrže jsou umístěny v křídlech a z důvodu přesunu působí

tlaku na zád' při nadzvukové rychlosti se během letu přečerpává palivo do zadních palivových nádrží. Díky úbytku paliva během letu Concorde vystoupá z 15 000m na 18 000 m.^[9]

Podvozek Concorde je vyroben ve firmě Messier Hispano a je přizpůsoben vysokým přistávacím rychlostem. Hlavní podvozek letounu je tvořen dvěma čtyřkolovými nohami, které se zatahují směrem ke středu trupu. Přední dvoukolová noha je vyšší než hlavní podvozek kvůli zajištění vhodné vzepjaté vzletové polohy. Na zádi se nachází malá ostruhová kola, které slouží k zabránění dotyku trupu s letištní dráhou.^[171]



Obr. 5.1 Concorde společnosti Air France^[172]

5.2 Tupolev Tu-144

Vývoj nadzvukového letadla v SSSR začal až v roce 1962, přesto si Tu-144 vydobyl všechna prvenství v nadzvukové civilní dopravě. Prototyp poprvé vzlétl v 31. prosince 1968 a rychlost zvuku překonal už v červnu 1969 tedy o 4 měsíce dříve než Concorde. Rychlosti $M=2$ dosáhl také dříve a to v květnu 1970 navíc největší Machovo číslo, které Tu-144 dosáhl, bylo $M=2,28$, což značně překonalo maximální dosaženou rychlost Concorde. Poprvé mimo SSSR vyrazil prototyp Tu-144 v roce 1971 na aerosalón do Paříže s mezipřistáním v Ruzyni. V SSSR se poté rozhodli prototyp přepracovat kvůli ekonomice, bezpečnosti a spolehlivosti provozu. V roce 1972 podnikl první sériový kus let z Moskvy do Taškentu a v roce 1973 udivil na aerosalónu v Paříži svými novinkami a obratností. 3. července se však letoun zřítil, nakonec, ale příčina nehody nebyla objasněna. V roce 1975 začal letoun létat pravidelně z Moskvy do Alma Aty s nákladem a poštou a v roce 1977 poprvé tento let absolvoval s cestujícími. Kvůli ekonomické náročnosti byl nakonec provoz Tu-144 roku 1978 ukončen a již vyrobené stroje byly předány na speciální účely. Roku 1979 vzlétla verze Tu-144D, která vyhovovala mezinárodním předpisům, nakonec však tyto letouny absolvovaly jen 102 letů. Mezi lety 1995-1999 dokonce americká NASA na jednom z Tu-144 měřila možnost výroby nadzvukových letadel druhé generace.^[173]

Konstrukce

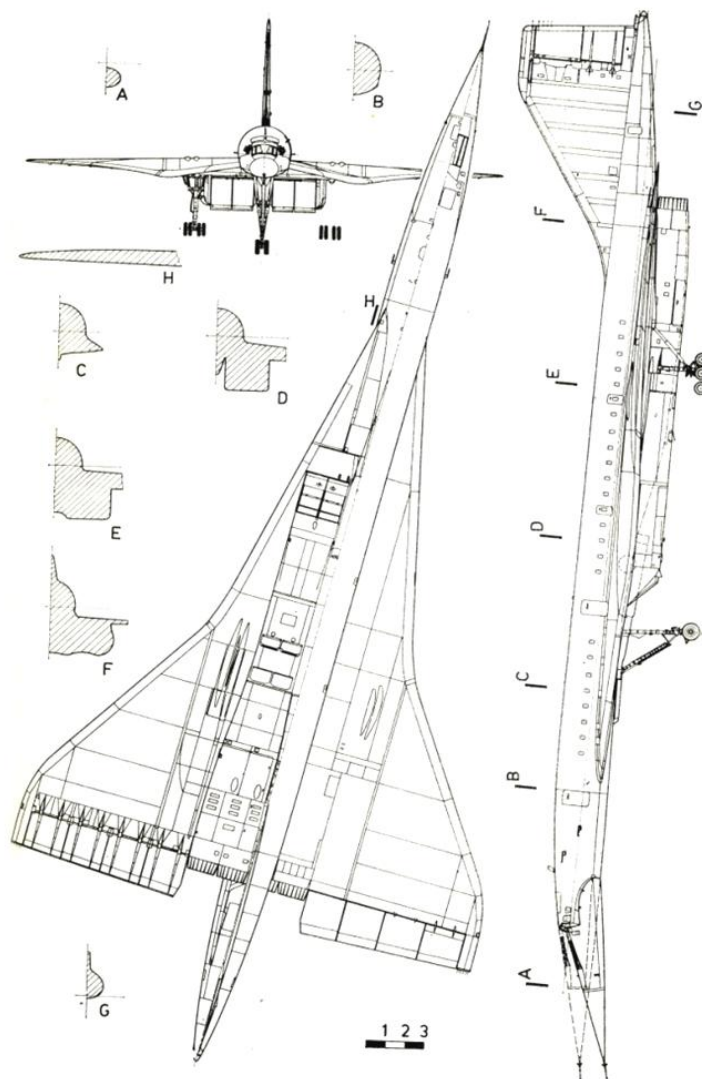
Trup letounu má vzhledem ke křídlu malý průřez, avšak je širší než u Concorde. Tu-144 je také vybaven sklopnou příďovou částí letadla, přičemž boky sklopné části příde jsou prosklené, což umožňuje pilotům lepší výhled. Velkou novinkou v konstrukci je pomocná vodorovná plocha na přídi letounu, která se vysouvá z hřbetní části trupu za pilotní kabinou. Je vybavena slotem na své náběžné hraně a na odtokové hraně má dvoustěrbinovou klapku. Díky

ní je letoun lépe ovladatelný při malých rychlostech, má méně vzepjatou polohu při startu a přistání a zvyšuje účinnost elevonů.^[1]

Kabina pro cestující pojme 11 cestujících v první třídě, kde jsou sedadla řazena po třech v jedné řadě. Prostory ekonomické třídy jsou rozděleny do několika oddílů, ve kterých jsou sedadla řazena po pěti v jedné řadě, až na zadní zúženou část, kde jsou jen 4 sedadla vedle sebe. Prostor pro zavazadla se nachází v zadní části trupu, je přístupný ze spodní části trupu a má objem 20 m³.

K pohonu letadla slouží čtveřice motorů Kuznetsov NK-144, které rychlost $M=2$ zvládnou překročit jen s přídavným spalováním. Další možností jsou motory Kolesov RD-36-51, které zvládnou $M=2$ i bez přídavného spalování a díky tomu jsou úspornější. Motory jsou umístěné přímo pod trup v uspořádání do dvou bloků po dvou. Křídlo Tu-144 má tvar dvojité delty a má zakřivené klenutí plochy kolmo na směr letu a ve směru letu. Náběžná hrana křídla, vyrobená z titanu a nekorodující oceli, je esovitě prohnutá. Odtoková hrana křídla je stejně jako u Concordu vybavena elevony.^[174]

Podvozek Tu-144 má velmi široký rozchod a je tvořen dvoukolovou vysokou předovou nohou a dvěma nohama hlavního podvozku. Každá z noh je vybavena 8 malými kolečky a zatahuje se dopředu podél gondol motorů.



Obr. 5.2 Tupolev Tu-144^[8]

Tab. 5.1 Technické údaje nadzvukových letadel

	Concorde	Tu-144S	Tu-144D
Dolet [km]	6 850	3 080	5 330
Dostup [m]	18 290	18 000	20 000
Kapacita	120	120	120
Motory	4x	4x	4x
Tah motorů [kn]	172,68	196,1	215,65
Rychlost [km/h]	2 179	2 350	2 340
Rozpětí [m]	25,56	28	28,8
Délka [m]	62,17	65,7	65,7
Výška [m]	11,32	12,5	12,85
Hmotnost [t]	78,698	85,15	86,9
MTOW [t]	185,065	195	207
Palivo [l]	119 280	123 737	119 949
Plátící náklad [kg]	12 700	15 000	15 000
Počet kusů	14	9	6

6. Závěr

Tato bakalářská práce slouží jako ucelený přehled historie letectví od roku 1970 do roku 2000. V práci jsem se zaměřil na letadla se střední a velkou kapacitou, která byla v tomto období vyvinuta a nebo se již využívala se na pravidelných linkách. U těchto letadel jsou kromě historie, technického popisu a jednotlivých verzí, uvedeny také základní technické údaje jako rozměry, výkony, hmotnosti a počty vyrobených kusů. V grafech, které jsou umístěny v přílohách, jsou mezi sebou porovnány nejprodávanější verze jednotlivých letadel.

Na krátkých tratích do 1 000 km se v období od 1970 do 2000 využívaly letadla s turbovrtulovým i proudovým pohonem. Z turbovrtulových letadel vychází svými výkony nejlépe letoun Dash 8, což se odrazilo i na počtu prodaných kusů. Nejhorší parametry má Fokker F27, který byl však v provozu téměř o 30 let dříve než zbylá letadla, takže své místo si našel. Z proudových letadel vychází nejlépe CRJ-100/200 a B717, která byla vyráběna od konce 90. let. Od konce 60. let byl jednoznačně nejúspěšnějším typem DC-9.

Na středních tratích se kromě turbovrtulového Il-18, který za konkurenty zaostává, využívala proudová letadla. Z údajů v grafech vyplývá, že nejlepší parametry mají letouny A300 a B757, které se využívaly i na dálkové tratě. V počtu prodaných kusů jednoznačně dominují letouny A320 a B737, které jsou svým doletem a kapacitou ideálními letouny na střední tratě.

Na dlouhých tratích výrazně dominuje Boeing 747, který se od počátku 70. let stal nejrozšířenějším dálkovým letadlem. První konkurenční letadla se začala prosazovat díky předpisu ETOPS, který umožnil operovat na dálkových linkách přes neobydlené oblasti i dvoumotorovým letadlům. Hlavní konkurenti B747 vzešly v 90. letech a to Airbus A330 a Boeing 777, které díky úspornému provozu a velké kapacitě postupně vytlačují čtyřmotorová letadla včetně B747 z dálkových tratí.

Na počátku 70. let byla do provozu uvedena také dvě nadzvuková letadla, která se však výrazněji neprosadila kvůli neekonomickému provozu. Na pravidelné linky nastoupilo pouze 14 letounů Concorde, které sloužily téměř 30 let.

Seznam použitých zdrojů

Literární zdroje

- [1] NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla 2*. Praha: Nadas, 1981. ISBN 31-012-81.
- [2] Iljušin Il-18V Moskva. NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla 2*. Praha: Nadas, 1981, s. 160. ISBN 31-012-81.
- [3] McDonnell Douglas DC-8-10/-30-40. NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla 2*. Praha: Nadas, 1981, s. 160. ISBN 31-012-81.
- [4] BAC-111-200. NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla 2*. Praha: Nadas, 1981, s. 207. ISBN 31-012-81.
- [5] Fokker F-28-1000 Fellowship. NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla 2*. Praha: Nadas, 1981, s. 208. ISBN 31-012-81.
- [6] Airbus A300B-2. NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla 2*. Praha: Nadas, 1981, s. 286. ISBN 31-012-81.
- [7] McDonnell Douglas DC-10. NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla 2*. Praha: Nadas, 1981, s. 287. ISBN 31-012-81.
- [8] Tupolev Tu-144. NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla 2*. Praha: Nadas, 1981, s. 329. ISBN 31-012-81.
- [9] *Světová encyklopedie letadel*. Praha: IMP BV/ International Masters Publishers, 2002
- [10] CVRKAL, Milan. Tupolev Tu-134 část I. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1995, **71**(1), 35-38.
- [11] CVRKAL, Milan. Tupolev Tu-134 část II. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1995, **71**(2), 36-39.
- [12] CVRKAL, Milan. Tupolev Tu-134 část III. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1995, **71**(3), 35-37.
- [13] CVRKAL, Milan. Tupolev Tu-134 část IV. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1995, **71**(4), 35-38.

- [14] CVRKAL, Milan. ATR-42. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1995, **71**(4), 44-47.
- [15] CVRKAL, Milan. ATR-42: ATR-42 schématický řez - popis. *Letectví+kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1995, **71**(4), 45.
- [16] CVRKAL, Milan. ATR-42. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1995, **71**(5), 21.
- [17] CVRKAL, Milan. Nová generace Boeingů 737. *Letectví+kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1995, **71**(15), 21-23.
- [18] ČADIL, Jan a Kamil VEČEŘA. Osmička z Kanady. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1998, **74**(10), 10-12.
- [19] ČADIL, Jan a Kamil VEČEŘA. Osmička z Kanady. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1998, **74**(11), 29-35.
- [20] SALAJKA, Martin. British Aerospace (Hawker Siddeley) BAe 146 / AVRO RJ Avroliner. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1998, **74**(24), 16-17.
- [21] CVRKAL, Milan. 30 let Concorde. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1999, **75**(11), 32-36.
- [22] CVRKAL, Milan. Třicetiletí Jumba. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 1999, **75**(21), 31-35.
- [23] CVRKAL, Milan. Dálkové Airbusy A340-500/-600. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2000, **76**(12), 24-25.
- [24] CVRKAL, Milan. Boeing 767-400ER. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2000, **76**(14), 30-32.
- [25] CVRKAL, Milan. Boeingy 777 pro dálkové tratě. *Letectví+kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2000, **76**(20), 14-15.
- [26] CVRKAL, Milan. Airbus A330. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2000, **76**(25-26), 18-22.

- [27] CVRKAL, Milan. Boeing pro 21. století - B747X. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2001, **77**(1), 17-19.
- [28] CVRKAL, Milan. 30 let Airbus Industries. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2001, **77**(5), 32-35.
- [29] CVRKAL, Milan. Boeing 717. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2001, **77**(24), 32-35.
- [30] CVRKAL, Milan. 20 let Boeingu 767. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2002, **78**(6), 20-24.
- [31] TÝC, Pavel. Boeing model 727 část I. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2002, **78**(19), 44-47.
- [32] TÝC, Pavel. Boeing model 727 část II. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2002, **78**(20), 44-47.
- [33] TÝC, Pavel. Boeing model 727 část III. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2002, **78**(21), 44-48.
- [34] CVRKAL, Milan. ATR-42-500. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2003, **79**(6), 27-29.
- [35] CVRKAL, Milan. Adieu, farewell, Concorde!. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2003, **79**(9), 12-15.
- [36] CVRKAL, Milan. 40 let Boeingu 737. *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, 2007, **83**(4), 14-19.
- [37] *Letectví + kosmonautika*. Praha: Aeromedia, a. s., 2001, roč. LXXVII, č. 1

Internetové zdroje

- [38] ATR-42. *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-11-22]. Dostupné z: <http://www.flying-revue.cz/letadla-atr-42>

- [39] TATEK, Martin. ATR – historie oblíbeného vrtuláku – 1. část. *Aeroweb.cz* [online]. 2013 [cit. 2018-11-23]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/3898-atr-historie-oblíbeného-vrtuláku-1-cast>
- [40] CILIBERTI, Danilo. ATR-42 three view. In: *Researchgate.net* [online]. Ciliberti, 2013 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/ATR-42-three-view_fig14_265794050
- [41] ATR-72. *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-11-23]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/letadla-atr-72>
- [42] ATR 42 and ATR 72. *Modernairliners.com* [online]. [cit. 2018-11-23]. Dostupné z: <http://www.modernairliners.com/atr72andatr42/>
- [43] PRODUCTS. *Atraircraft.com* [online]. [cit. 2018-11-23]. Dostupné z: <http://www.atraircraft.com/products/list.html>
- [44] ZUPPICICH, Colin. ATR ATR-72-212 - Air New Zealand Link (Mount Cook Airline). In: *Airliners.net* [online]. Hamilton (New Zealand): Zuppich, 1997 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Air-New-Zealand/ATR-ATR-72-212/0115903/L>
- [45] Boeing 717. *Aviation-fan-club.com* [online]. 2007 [cit. 2019-02-14]. Dostupné z: http://www.aviation-fan-club.com/model_b_717.htm
- [46] NAJBERG, M. N485HA Hawaiian Airlines Boeing 717-22A. In: *Planespotters.net* [online]. Honolulu: Najberg, 2019, [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <https://www.planespotters.net/photo/929347/n485ha-hawaiian-airlines-boeing-717-22a>
- [47] Bombardier CRJ 200-Flight Controls. *Scribd.com* [online]. [cit. 2019-02-14]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/doc/82775350/Bombardier-CRJ-200-Flight-Controls>
- [48] CRJ Specifications. *Bombardier.com* [online]. [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: https://www2.bombardier.com/Used_Aircraft/en/CRJ_Specifications.jsp
- [49] Lufthansa CityLine Canadair CL-600-2B19 regional jet (CRJ-100) (D-ACLP) landing at London Heathrow Airport, England. In: *Commons.wikimedia.org* [online]. London: Arpingstone, 2005 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lufthansa.crj-100.d-aclp.arp.jpg>

- [50] MUSIL, Lukáš. British Aerospace BAe-146. In: *Czechairliners.net* [online]. 2013 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.czechairliners.net/index.php/encyklopedie-letadel/125-british-aerospace-bae-146.html>

- [51] BAe 146. In: *Airlines-inform.com* [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <https://www.airlines-inform.com/commercial-aircraft/BAe-146.html>

- [52] JURADO, Fran. British Aerospace BAe-146-200 - Air Nostrum (Iberia Regional (WDL Aviation)). *Airliners.net* [online]. Malaga: Jurado, 2005 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Air-Nostrum-Iberia-Regional-WDL-Aviation/British-Aerospace-BAe-146-200/931209/L>

- [53] British Aerospace ATP & Jetstream 61. *Baesystems.com* [online]. 2017 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <https://www.baesystems.com/en/heritage/british-aerospace---atp---jetstream-61>

- [54] HALL, Steve. British Aerospace ATP - British Airways. In: *Airliners.net* [online]. Manchester: Hall, 2004 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.airliners.net/photo/British-Airways/British-Aerospace-ATP/545070>

- [55] The British Aircraft Corporation One-Eleven BAC 1-11. *Asisbiz.com* [online]. [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <https://www.asisbiz.com/avi/BAC-111.html>

- [56] BAC 1-11 HISTORY. *Bac1-11jet.co.uk* [online]. 2018 [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <http://www.bac1-11jet.co.uk/>

- [57] Vintage Airline Seat Map: US Air BAC 1-11. *Frequentlyflying.boardingarea.com* [online]. 2012 [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://frequentlyflying.boardingarea.com/vintage-airline-seat-map-us-air-bac-1-11/>

- [58] GILLIAND, Michel. Dassault Mercure 100 - Air Inter. In: *Airliners.net* [online]. Paris: Gilliland, 1978 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Air-Inter/Dassault-Mercure-100/0597255/L>

- [59] De Havilland Canada DHC-7 Dash 7. *Baesystems.com* [online]. [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <https://www.baesystems.com/en/heritage/de-havilland-canada-dhc-7-dash-7>

- [60] De Havilland Canada Dash 7. *Airliners.net* [online]. [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <https://www.airliners.net/aircraft-data/de-havilland-canada-dash-7/182>

- [61] De Havilland Canada DHC-7 Dash 7: A three-view drawing. In: *Aviastar.org* [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: http://www.aviastar.org/air/canada/dehavilland_dash-7.php

- [62] Seat Map Qantas Airways Bombardier Dash 8 Q400. In: *Seatmaestro.com* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.seatmaestro.com/airplanes-seat-maps/qantas-airways-bombardier-dash-8-q400/>

- [63] WHITEBIRD, Jason. Bombardier DHC-8-402 Q400 - Air Canada Express (Sky Regional Airlines). In: *Airliners.net* [online]. Vancouver: Whitebird, 2018 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://www.airliners.net/photo/Air-Canada-Express-Sky-Regional-Airlines/Bombardier-DHC-8-402-Q400/5460925?qsp=eJwtjEEKwkAMRa8iWbsRQaQ7vYAuvEBIPrZYnSEJ6FB6d%2BPg7vEevIWkvAKfuLUKGsjBJiNtqbLx02lY6IH2LqbJpOzj5pjVi8W5dRM4iaAG9O8vprBfgksf3XO8S4BdO9P%2BkF4nrzP3B4Knmdb1Czj6LpM%3D>

- [64] SOUKUP, Pavel. Fokker F27 Friendship. In: *Československé letectví* [online]. 2012 [cit. 2018-11-06]. Dostupné z: <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/fokker-f27-friendship>

- [65] WALLNER, Rolf. Fokker F-27-200 Friendship - Flugleidir - Icelandair. *Airliners.net* [online]. Saudarkrokur - Alexander: Wallner, 1989 [cit. 2018-11-06]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Flugleidir---Icelandair/Fokker-F-27-200-Friendship/1032733/L>

- [66] SOUKUP, Pavel. Fokker F.28 Fellowship. In: *Československé letectví* [online]. 2010 [cit. 2018-11-06]. Dostupné z: <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/fokker-f28-fellowship>

- [67] Vintage Airline Seat Map: Piedmont Airlines Fokker F28-1000. *Frequentlyflying.boardingarea.com* [online]. 2012 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <https://frequentlyflying.boardingarea.com/vintage-airline-seat-map-piedmont-airlines-fokker-f28-1000/>

- [68] Fokker 50. *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/mustr-letadla9>

- [69] Fokker 50 Regional Turbo Prop. *Flyfokker.com* [online]. 2016 [cit. 2018-11-09]. Dostupné z: http://www.flyfokker.com/Fokker_50

- [70] Fokker 50. *Aviation-fan-club.com* [online]. [cit. 2018-11-09]. Dostupné z: http://www.aviation-fan-club.com/model_f_50.htm

- [71] BROOKE, Simon. Fokker 50 OO-VLN. In: *Flickr.com* [online]. Antwerp: Brooke, 1993 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/133813370@N04/39920725934>
- [72] Fokker 70. *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-11-09]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/mustr-letadla13>
- [73] Fokker 100 Regional Jet. *Flyfokker.com* [online]. [cit. 2018-11-10]. Dostupné z: http://www.flyfokker.com/fokker_100
- [74] Fokker 100. In: *Www.flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/mustr-letadla14>
- [75] JACKSON, Anthony. Fokker 100 VH-NHP. In: *Flickr.com* [online]. Perth: Jackson, 2017 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/45293456@N07/36397610671>
- [76] Trident. *Aviation-fan-club.com* [online]. [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: http://www.aviation-fan-club.com/model_trident.htm
- [77] ZUSKA, Adam. Trident – skoro zapomenutý pionýr. *Aeroweb.cz* [online]. 2014 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/4147-trident-skoro-zapomenuty-pionyr>
- [78] Hawker Siddeley HS121 Trident. *Baesystems.com* [online]. [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: <https://www.baesystems.com/en/heritage/hawker-siddeley-hs121-trident>
- [79] OBENDRAUF, Lubor. Letounů Trident vyrobili jen několik, pro letectví to byla revoluce. *Idnes.cz* [online]. [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/technet/technika/historie-letouny-trident.A180623_234426_tec_technika_kuz
- [80] CVRKAL, Milan. Hawker Siddeley HS.121 Trident - Část 1. *Planes.cz* [online]. 2002 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: <https://www.planes.cz/cs/article/100036/hawker-siddeley-hs-121-trident-cast-1>
- [81] CVRKAL, Milan. Hawker Siddeley HS.121 Trident - Část 2. *Planes.cz* [online]. 2002 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: <https://www.planes.cz/cs/article/100035/hawker-siddeley-hs-121-trident-cast-2>

- [82] CHESI, Piergiuliano. British Airways Hawker Siddeley Trident 3B G-AWZA. In: *Commons.wikimedia.org* [online]. Pisa: Chesi, 1975 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:British_Airways_Trident_Three_G-AWZA.jpg
- [83] DC-9/C-9 Transport. *Boeing.com* [online]. [cit. 2019-02]. Dostupné z: <https://www.boeing.com/history/products/dc-9.page>
- [84] Seat Map Northwest Airlines McDonnell Douglas DC9-30. *Seatmaestro.com* [online]. [cit. 2019-02]. Dostupné z: <https://www.seatmaestro.com/airplanes-seat-maps/northwest-airlines-mcdonnell-douglas-dc9-30/>
- [85] McDonnell Douglas DC-9-32. *Ingeniumcanada.org* [online]. [cit. 2019-04]. Dostupné z: <https://ingeniumcanada.org/aviation/collection-research/artifact-mcdonnell-douglas-dc-9-32.php>
- [86] Tupolev Tu-134A-3 - Russia - Air Force. In: *Airliners.net* [online]. Stuttgart: Jet-Pix, 1992 [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Russia---Air/Tupolev-Tu-134A-3/0427507/L>
- [87] Saab 2000. In: *Airliners.net* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.airliners.net/aircraft-data/saab-2000/348>
- [88] Saab 2000. *Saab.com* [online]. [cit. 2019-11-17]. Dostupné z: <https://saab.com/civil-aerospace/regional-aircraft/regional-aircraft/saab-2000/>
- [89] FARAZ, Hamid. Saab 2000 - Pakistan - Air Force. In: *Www.airliners.net* [online]. Quetta: Faraz, 2010 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.airliners.net/photo/Pakistan---Air/Saab-2000/1827557/L>
- [90] Airbus A300. *Flying-revue.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-10-29]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/letadla-a300>
- [91] A300 Airplane Characteristics For Airport Planning. *Airbus.com* [online]. 2002 [cit. 2018-11-01]. Dostupné z: https://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/techdata/aircraft_characteristics/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A300-Dec-2009.pdf
- [92] SOUKUP, Pavel. Airbus A310. In: *Československé letectví* [online]. 2013 [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/airbus-a310>

- [93] Airbus A310. *Flying-revue.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/letadla-a310>
- [94] Air Transat Airbus A310-300 C-GFAT. In: *Flickr.com* [online]. Toronto: BriY-YZ, 2012 [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/40563877@N00/6980429944>
- [95] SOUKUP, Pavel. Airbus A320. In: *Československé letectví* [online]. 2009 [cit. 2018-10-24]. Dostupné z: <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/airbus-a320>
- [96] Airbus A320. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-10-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Airbus_A320
- [97] Airbus A320. *Flying-revue.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/letadla-a320>
- [98] SOUKUP, Pavel. Airbus A319. In: *Československé letectví* [online]. 2010 [cit. 2018-10-24]. Dostupné z: <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/airbus-a319>
- [99] Airbus A319. *Flying-revue.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-10-24]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/letadla-a319>
- [100] SOUKUP, Pavel. Airbus A321. In: *Československé letectví* [online]. 2010 [cit. 2018-10-24]. Dostupné z: <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/airbus-a321>
- [101] Airbus A321. *Flying-revue.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-10-24]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/letadla-a321>
- [102] A320 Family. In: *Jetway.aero* [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <https://jetway.aero/a320-family/>
- [103] Boeing 720. *Boeing.estranky.cz* [online]. [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <http://www.boeing.estranky.cz/clanky/boeing-720.html>
- [104] Boeing 707-720. *Aviation-fan-club.com* [online]. 2006 [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: http://www.aviation-fan-club.com/model_b_707.htm
- [105] 707 Airplane Characteristics Airport Planning. *Boeing.com* [online]. 2011 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <http://www.boeing.com>

ps://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/707.pdf

- [106] Před 55 lety absolvoval první komerční let Boeing 707. *Flymag.cz* [online]. 2013 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <http://www.flymag.cz/article.php?id=9068>
- [107] Composites and advanced materials in aircraft. *Century-of-flight.net* [online]. 2013 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <http://www.century-of-flight.net/Aviation%20history/evolution%20of%20technology/Composites%20and%20Advanced%20Materials.htm>
- [108] WALTHER, Marcel. Boeing 707-331B - Trans World Airlines - TWA. In: *Airliners.net* [online]. Zurich: Walther, 1977 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Trans-World-Airlines-TWA/Boeing-707-331B/305011?qsp=eJwtjcEKwjAQRH9F9qxQLbTQm/6AHvyBNRlqsDZhs6Ch9N%2B7Bm%2BPN8PMQi7OiQ/eSwINIMHnrSnxMLvTMNCL5RPF9Mj4gwj7u%2B6Q/tqbFWjqKXYolnxdk5JIX/%2B6t4yC9CdnVwtIOjAeRWmdrOvA85TVw3oBwmWtcNhYowjw%3D%3D>
- [109] Boeing 727. *Aviation-fan-club.com* [online]. 2010 [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: http://www.aviation-fan-club.com/model_b_727.htm
- [110] HAAFKKE, Udo K. Boeing 727-185C - Icelandair - Flugfelag Islands. In: *Airliners.net* [online]. Dusseldorf: Haafke, 1977 [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Icelandair---Flugfelag/Boeing-727-185C/2098206/L>
- [111] Boeing 737: Legenda žije dál. *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/boeing-737-max-podrobne>
- [112] GOEBEL, Greg. First & Second Generation Boeing 737s. In: *Airvectors.net* [online]. [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: http://www.airvectors.net/avb737_1.html
- [113] Vintage Airline Seat Map: Pan Am Boeing 737-200. *Frequentlyflying.boardingarea.com* [online]. 2012 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://frequentlyflying.boardingarea.com/vintage-airline-seat-map-pan-am-boeing-737-200/>
- [114] PARKER BROWN, David. 1965 Boeing 737-100 Marketing Brochure. *Airline-reporter.com* [online]. 2011 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://www.airlinereporter.com/2011/09/1965-boeing-737-100-marketing-brochure/>

- [115] About the Boeing 737 MAX. *Boeing.com* [online]. [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <http://www.boeing.com/commercial/737max/>
- [116] SOUKUP, Pavel. Boeing 757. In: *Československé letectví* [online]. 2011 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/boeing-757>
- [117] Boeing 757-200. *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/mustr-letadla35>
- [118] Boeing 757-300. *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/mustr-letadla42>
- [119] Boeing 757. *Boeing.estranky.cz* [online]. [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: <http://www.boeing.estranky.cz/clanky/boeing-757.html>
- [120] MITCHELL, Andy. Finnair B757-200 OH-LBR. In: *Flickr.com* [online]. Lanzarote: Mitchell, 2009 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/19229064@N00/3231913117/>
- [121] Iljušin Il-18A ('Coot'). *Ruslet.webnode.cz* [online]. 2015 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/letecka-technika/s-v-iljusin/il-18a-coot/>
- [122] Iljušin Il-86 ('Camber A'). *Ruslet.webnode.cz* [online]. 2015 [cit. 2019-03-12]. Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/letecka-technika/s-v-iljusin/il-86-camber/>
- [123] PICHUGIN, Dmitriy. Ilyushin Il-86 - Armavia. In: *Airliners.net* [online]. Moscow: Pichugin, 2005 [cit. 2019-03-12]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Armavia/Ilyushin-Il-86/0995906/L>
- [124] Jakovlev Jak-42 ('Clobber A'). *Ruslet.webnode.cz* [online]. 2015 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/letecka-technika/a-s-jakovlev/jak-42-clobber/>
- [125] RYABTSEV, Sergey. Yakovlev Yak-42 - Donbassaero. In: *Airliners.net* [online]. Moscow: Ryabtsev, 2006 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Donbassaero/Yakovlev-Yak-42/1125082/L>
- [126] MUSIL, Lukáš. McDonnell - Douglas MD-80. *Czechairliners.net* [online]. 2013 [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://www.czechairliners.net/>

ps://www.czechairliners.net/index.php/encyklopedie-letadel/204-mcdonnell-douglas-md-80.html

- [127] Seat Map American Airlines McDonnell Douglas MD 80. In: *Seatmaestro.com* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.seatmaestro.com/airplanes-seat-maps/american-airlines-mcdonnell-douglas-md-80/>
- [128] PINGSTONE, Adrian. SAS McDonnell Douglas MD-81. In: *Commons.wikimedia.org* [online]. London: Pingstone, 2007 [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sas.md-81.oy-khn.arp.jpg>
- [129] McDonnell Douglas MD-90. In: *Aerospace-technology.com* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.aerospace-technology.com/projects/mcdonnell-douglas-md90/>
- [130] McDonnell Douglas MD-90. *Delta.com* [online]. [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <https://www.delta.com/us/en/aircraft/mcdonnell-douglas/md-90/#seat>
- [131] AOKI, Toshi. McDonnell Douglas MD-90-30 - Japan Airlines - JAL. In: *Airliners* [online]. Tokyo: Aoki, 2011 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Japan-Airlines--/McDonnell-Douglas-MD-90-30/2020984/L>
- [132] Tupolev Tu-154 ('Careless A'). *Ruslet.webnode.cz* [online]. 2017 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/letecka-technika/a-n-tupolev/tu-154-careless-a/>
- [133] MISKO, Gennady. Tupolev Tu-154M - UTair Aviation. In: *Airliners.net* [online]. Moscow: Misko, 2007 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/UTair-Aviation/Tupolev-Tu-154M/1179870/L>
- [134] Tupolev Tu-204 a Tu-204-100/-100V. *Ruslet.webnode.cz* [online]. 2018 [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/letecka-technika/a-n-tupolev/tu-204-240-100/>
- [135] GLAZYRIN, Mikhail. Tupolev Tu-204-100V - Air Koryo. In: *Airliners.net* [online]. Vladivostok: Glazyrin, 2013 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Air-Koryo/Tupolev-Tu-204-100B/2321451/L>
- [136] Airbus A330-300. In: *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/letadla-a330-300>

- [137] Airbus A330-200. In: *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/letadla-a330-200>
- [138] MORRISSEY, Donal. RwandAir A330-300 9XR-WP. *Flickr.com* [online]. Brussels: Morrissey, 2017, August 2017 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/62747648@N08/36293657161>
- [139] MUSIL, Lukáš. Airbus A340. In: *Czechairliners.net* [online]. 2013 [cit. 2018-10-19]. Dostupné z: <https://www.czechairliners.net/index.php/encyklopedie-letadel/85-airbus-a340.html>
- [140] Airbus A340 Introduction. In: *Modernairliners.com* [online]. [cit. 2018-10-22]. Dostupné z: <http://www.modernairliners.com/airbus-a340-introduction/>
- [141] Airbus A340-200 and A340-300. In: *Aerospace-technology.com* [online]. [cit. 2018-10-19]. Dostupné z: <https://www.aerospace-technology.com/projects/a340-200/>
- [142] MENTEN, Johan. Airbus A340-211 - Air Bourbon. In: *Airliners.net* [online]. Brussels: Menten, 2005 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Air-Bourbon/Airbus-A340-211/0796515/L>
- [143] Boeing 747-8. In: *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/b747-8>
- [144] MAKARISTOS. G-BNLU-2008-09-13-YVR. In: *Commons.wikimedia.org* [online]. Vancouver: Makaristos, 2008 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:British_Airways_G-BNLU-2008-09-13-YVR.jpg
- [145] Boeing 767. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_767
- [146] SOUKUP, Pavel. Boeing 767. In: *Československé letectví* [online]. 2011 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/boeing-767>
- [147] Boeing 767-300ER. In: *Delta.com* [online]. [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://www.delta.com/us/en/aircraft/boeing/767-300er>
- [148] Boeing 767-200 blueprints free. In: *Getoutlines.com* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://getoutlines.com/blueprints/17961/boeing-767-200-blueprints>

- [149] 777-200LR / -300ER / -FreighterAirplane Characteristics for Airport Planning. In: *Boeing.com* [online]. 2015 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/acaps/777_2lr3er.pdf
- [150] Boeing 777. In: *Boeing.estranky.cz* [online]. [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <http://www.boeing.estranky.cz/clanky/boeing-777.html>
- [151] Boeing 777-200. In: *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/mustr-letadla41>
- [152] Boeing 777-300. In: *Flying-revue.cz* [online]. 2016 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/mustr-letadla58>
- [153] GOEBEL, Greg. The Boeing 767, 777, & 787. In: *Airvectors.net* [online]. 2018 [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <http://www.airvectors.net/avb767.html>
- [154] SPIJKERS, Paul. Boeing 777-31H/ER - Emirates. In: *Airliners.net* [online]. Manchester: Spijkers, 2006 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Emirates/Boeing-777-31H-ER/1131392?sid=2931cc407dcc0a3c48441a8550e1efd>
- [155] Iljušin Il-62 ('Classic'). In: *Ruslet.webnode.cz* [online]. 2015 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/letecka-technika/s-v-iljusin/il-62-classic/>
- [156] DESA, M Radzi. Ilyushin Il-62M - Deta Air. In: *Airliners.net* [online]. Pulau Langkawi: Desa, 2007 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Deta-Air/Ilyushin-Il-62M/1313854/L>
- [157] Iljušin Il-96-300. In: *Ruslet.webnode.cz* [online]. 2017 [cit. 2019-03-12]. Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/letecka-technika/s-v-iljusin/il-96-300/>
- [158] SIMON, Ole. Ilyushin Il-96-300 - Cubana. In: *Airliners.net* [online]. Madrid: Simon, 2011 [cit. 2019-03-12]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Cubana/Ilyushin-Il-96-300/1914152/L>
- [159] MUSIL, Lukáš. Lockheed L-1011 Tristar. In: *Czechairliners.net* [online]. 2013 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://www.czechairliners.net/index.php/encyklopedie-letadel/198-lockheed-l-1011-tristar.html>

- [160] TRUKSA, Přemysl. Šeptající dopravák – 1. část. In: *Aeroweb.cz* [online]. 2013 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/4008-septajici-dopravak-1-cast>
- [161] TRUKSA, Přemysl. Šeptající dopravák – 2. část. In: *Aeroweb.cz* [online]. 2013 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/4024-septajici-dopravak-2-cast>
- [162] TRUKSA, Přemysl. Šeptající dopravák – 3. část. In: *Aeroweb.cz* [online]. 2013 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/4029-septajici-dopravak-3-cast>
- [163] TRUKSA, Přemysl. Šeptající dopravák – 4. část. In: *Aeroweb.cz* [online]. 2013 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/4037-septajici-dopravak-4-cast>
- [164] ARAGÃO, Pedro. Photo of G-BHBN - Lockheed L-1011-200 Tristar - British Airways. In: *Jetphotos.com* [online]. Faro: Aragão, 2006 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://www.jetphotos.com/photo/5872213>
- [165] McDonnell Douglas DC-10. In: *Aviation-fan-club.com* [online]. 2006 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: http://www.aviation-fan-club.com/model_dc-30-02.htm
- [166] McDonnell Douglas DC-10 & Boeing MD-10. In: *Airliners.net* [online]. [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://www.airliners.net/aircraft-data/mcdonnell-douglas-dc-10-boeing-md-10/279>
- [167] McDonnell Douglas MD-11. In: *Airliners.net* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.airliners.net/aircraft-data/mcdonnell-douglas-md-11/112>
- [168] DOLEJŠÍ, Milan. Potomek Dakoty uzavírá éru MDD i třímotorového létání. In: *Ct24.ceskatelevize.cz* [online]. 2014 [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/svet/1011391-potomek-dakoty-uzavira-eru-mdd-i-trimotoroveho-letani>
- [169] McDonnell Douglas MD-11. In: *Varig-airlines.com* [online]. [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://www.varig-airlines.com/en/md11.htm>
- [170] VON WEDELSTAEDT, Konstantin. McDonnell Douglas MD-11 - Swissair. In: *Airliners.net* [online]. Miami: von Wedelstaedt, 2001 [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <http://www.airliners.net/photo/Swissair/McDonnell-Douglas-MD-11/0192628/L>

- [171] Concorde – základní fakta a zajímavosti. In: *Concorde.wz.cz* [online]. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: http://www.concorde.wz.cz/index2.php?page=basic_facts
- [172] STENSON, Alexander. Aerospatiale-British Aerospace Concorde 101 - Air France. In: *Airliners.net* [online]. Paris: Aviantex, 2003 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.airliners.net/photo/Air-France/Aerospatiale-British-Aerospace-Concorde/0432634/L>
- [173] KLASNA, Filip. Sovětský Tu-144 byl rychlejší než Concorde. Používala ho i NASA. In: *Securitymagazin.cz* [online]. 2018 [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://www.securitymagazin.cz/historie/sovetsky-tu144-byl-rychlejsi-nez-concorde-pouzivala-ho-i-nasa-1404058598.html>
- [174] Tupolev Tu-144. In: *Letectvi.dajbych.net* [online]. 2009 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <http://letectvi.dajbych.net/tupolev-tu-144>
- [175] Dopravní letoun. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Dopravn%C3%AD_letoun
- [176] HLAVÁČEK, Petr. Stručná historie letectví. In: *Czechairliners.net* [online]. 2014 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://www.czechairliners.net/index.php/archiv-clanku-1/z-historie/249-strucna-historie-letectvi.html>
- [177] DURLEY, Vladimír. Historie letectví I.- První krůčky. In: *Aeroweb.cz* [online]. 2009 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.aeroweb.cz/clanky/1797-historie-letectvi-i-prvni-krucky>
- [178] Slovník leteckých pojmů. In: *Flying-revue.cz* [online]. [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/slovník-pojmu>
- [179] Safran Aircraft Engines. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Safran_Aircraft_Engines
- [180] Class rating. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Class_rating

- [181] KLM Royal Dutch Airlines Fleet Details and History. In: *Planespotters.net* [online]. 2019 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.planespotters.net/airline/KLM-Royal-Dutch-Airlines/historicFleet?p=2>
- [182] Saab. In: *Saab.katalog-automobilu.cz* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://saab.katalog-automobilu.cz/>
- [183] Embraer. In: *Simon.lovecka.info* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://simon.lovecka.info/embraer.html>
- [184] LOT - Polish Airlines Fleet Details and History. In: *Planespotters.net* [online]. 2019 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.planespotters.net/airline/LOT-Polish-Airlines>
- [185] British Overseas Airways Corporation (BOAC) Fleet Details and History. In: *Planespotters.net* [online]. 2019 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.planespotters.net/airline/British-Overseas-Airways-Corporation-%28BOAC%29>
- [186] Héroux-Devtek Spain. In: *Cesa.aero* [online]. [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://www.cesa.aero/en/>
- [187] JANKOWIAK, Patrick. Cathode Ray Tube Phosphors. In: *Bunkerofdoom.com* [online]. 2019 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: http://www.bunkerofdoom.com/tubes/crt/crt_phosphor_research.pdf
- [188] Boeing 777 Airplane Information Management System. In: *Web.archive.org* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: https://web.archive.org/web/20080220023138/http://www.ddci.com/display_success_story-filename-programs_boeing777.php
- [189] ŠINDELÁŘ, Jan. Nejen MCAS. Boeing objevil u MAXe problém v jiném softwaru. In: *Zdopravy.cz* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/nejen-mcas-boeing-objevil-u-maxe-problem-v-jinem-software-26422/>
- [190] VON WEDELSTAEDT, Konstantin. Boeing 767-424/ER - Continental Airlines. In: *Www.airliners.net* [online]. Frankfurt am Main: von Wedelstaedt, 2010 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://www.airliners.net/photo/Continental-Airlines/Boeing-767-424-ER/1798066/M?sid=6c2e473662379c1542014b91910de92e>
- [191] McDonnell Douglas DC-10-30 - Lufthansa. In: *Airliners.net* [online]. Munich: JetPix, 1989 [cit. 2019-02-21]. Dostupné z:

<http://www.airliners.net/photo/Lufthansa/McDonnell-Douglas-DC-10-30/0199472/L>

Internetové zdroje údajů v tabulkách

- [192] *Airbus.com* [online]. Blagnac Cedex: Airbus Group SE [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/>
- [193] *Airlines-inform.com* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.airlines-inform.com/>
- [194] *Ruslet.webnode.cz* [online]. Pardubice, 2010 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/>
- [195] *Rzjets.net* [online]. 1999 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://rzjets.net/aircraft/index.php>
- [196] *Aviation Fan Club* [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <http://www.aviation-fan-club.com/>
- [197] *Zap16.com* [online]. 2017 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <http://www.zap16.com/>
- [198] *Šviciho letecké stránky* [online]. 1998 [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <http://svici.sweb.cz/>
- [199] *Valka.cz* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.valka.cz/>
- [200] *Predictivemobility.com* [online]. Larnaca, 2016 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.predictivemobility.com/>
- [201] *Modernairliners.com* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://www.modernairliners.com/>
- [202] *Atraircraft.com/* [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <http://www.atraircraft.com/>
- [203] *Fokker* [online]. Hoofddorp [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.flyfokker.com/>

- [204] *Tu144sst.com* [online]. 2003 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.tu144sst.com/>
- [205] ATR_72-200-210. In: *Aeroexpo.online* [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <http://pdf.aeroexpo.online/pdf/atr/atr-72-200-210/169384-85.html>
- [206] DC/MD-10. In: *Boeing.com* [online]. McDonnell Douglas Corporation, 1991 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/dc10.pdf>
- [207] Dassault Mercure. Specifications. A photo. In: *Avia-pro.net* [online]. 2015 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <http://avia-pro.net/blog/dassault-mercure-tehnicke-harakteristiki-foto>
- [208] Letadlová flotila. In: *Csa.cz* [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <https://www.csa.cz/cz-cs/letadlova-flotila/>
- [209] Fuel System. In: *Concordesst.com* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://www.concordesst.com/fuelsys.html>
- [210] Boeing 747SR. In: *Skybrary.aero* [online]. 2015 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.skybrary.aero/index.php/B74R>
- [211] F27 FOKKER FRIENDSHIP. In: *Saam.org.au* [online]. South Australian Aviation Museum [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://www.saam.org.au/wp-content/uploads/2014/12/SAAM-Profiles-FOKKER-F27-FRIENDSHIP.pdf>
- [212] HS121 Trident history. In: *Dmflightsim.co.uk* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: http://www.dmflightsim.co.uk/hs121_trident_history.htm
- [213] Lockheed L-1011-1 Tristar. In: *Al-airliners.be* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://www.al-airliners.be/lockheed/carac/spec-l-1011-1.htm>
- [214] L-1011 Tristar. In: *Globalsecurity.org* [online]. 2011 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/l-1011.htm>
- [215] Fokker F-27 Friendship. In: *All-aero.com* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://all-aero.com/index.php/contactus/45-planes-d-e-f/3918-fokker-f-27-friendship>

- [216] Airbus A321. In: *Private-airlines.com* [online]. privates airlines, 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://www.private-airlines.com/aircraft-information/airbus/airbus-a321/>
- [217] Il-18a. In: *Aviamuseum.com* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://aviamuseum.com.ua/en/exposition/exposition/kb-ilyushina/170-il-18a>
- [218] FOKKER F-27 FRIENDSHIP (MK500). In: *Nata.aero* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.nata.aero/agso/astgcache/5d7a466f-8593-42bd-baa7-8fdaa1add0a6.pdf>
- [219] Dassault Mercure. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Dassault_Mercure

Seznam zkratek

Cizojazyčné zkratky:

AA	American Airlines	letecký dopravce z USA
ACJ	Airbus Commercial Jet	úprava letadel Airbus pro obchodní účely
AFCS	Automatic Flights Control System	systém pro automatické ovládání letadla
AIMS	Airplane Information Management System	systém pro uspořádání informací o letadle
APU	Auxiliary Power unit	pomocná zdrojová jednotka
ATP	Advance Turbo-Prop	letoun vyráběný BAe
ATR	Aereo da Transporto Regionale/Avion de Transport Régioanal	francouzsko-italský výrobce regionálních letadel
BAC	British Aircraft Corporation	britský výrobce letadel
BAe	British Aerospace	britský výrobce letadel
BBJ	Boeing Bussines Jet	úprava letadel Boeing pro obchodní účely
BEA	British European Airways	britská letecká společnost
BOAC	British Overseas Airways Corporation	britská letecká společnost
CAD	Computer Aid Drawing	systém pro počítačové projektování
CRJ	Canadair Regional Jet	letadlo na krátké tratě od firmy Bombardier
CRT	cathode ray tube	elektronka, co vytváří obraz pomocí proudu elektronů
CESA	Compañía Española de Sistemas Aeronáuticos	španělský výrobce letadel
ČSA	Czech Airlines	česká letecká společnost
DHC	De Havilland Canada	kanadský výrobce letadel
DLC	Direct Lift Control	systém pro automatické přistání letounu
EADI	Electronic Attitude Director Indicator	elektronický povelový ukazatel letové polohy
EFIS	Electronic Flight Information System	elektronický letový informační systém
EHSI	Electronic horizontal situation indicator	elektronický navigační ukazatel
EICAS	Engine indication and crew alerting systém	systém indikace a signalizace překročení limitů motorových veličin
Embraer	Empresa Brasileira de Aeronáuti-	brazílský výrobce letadel

	ca	
ETOPS	Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards	podmínky pro provoz dvoumotorových letadel ve větších vzdálenostech od nejbližšího letiště
FBW	Fly By Wire	systém elektroimpulsního řízení letadla
FMS	Flight Management System	systém pro řízení a optimalizaci letu
GPS	Global Positioning System	navigační systém
IAE	International Aero Engines	výrobce leteckých motorů
KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij	nizozemská letecká společnost
LD	Load Device	kontejner pro přepravu zavazadel
LOT	Polskie Linie Lotnicze LOT	polská letecká společnost
MBB	Messerschmitt Bölkow Blohm	německý výrobce letadel
MCAS	Maneuvering Characteristics Augmentation System	systém pro stabilizaci letu
Mk	Mark	označení produktu
MRTT	Multi Role Tanker Transport	letadlo určené k přepravě paliva
MTOW	Maximum Take-off Weight	maximální vzletová hmotnost
NASA	National Aeronautics and Space Administration	Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
RAF	Royal Air Force	britské vojenské letectvo
SAAB	Svenska Aeroplan Aktiebolaget	švédský výrobce letadel
SAS	Scandinavian Airlines	letecký dopravce ze skandinávie
SEP	Single Engine Piston	jednomotorové letadlo
SNECMA	Société nationale d'études et de construction de moteurs d'aviation	výrobce leteckých motorů
STOL	Short Take-off and Landing	krátký vzlet a přistání
TWA	Trans World Airlines	letecký dopravce z USA
USA	United States of America	Stát
USD	United States Dollar	americký dolar (měna v USA)
VFW	Vereinigte Flugtechnische Werke	německý výrobce letadel
VIP	Very Important Person	velmi důležitá osoba

Zkratky v češtině:

apod.	a podobně	-
SOP	svislé ocasní plochy	část letadla
SRN	Spolková republika Německo	Stát
SSSR	Svaz sovětských socialistických republik	Stát
tzv.	Takzvaný	-
VOP	Vodorovné Ocasní Plochy	část letadla

Použité jednotky:

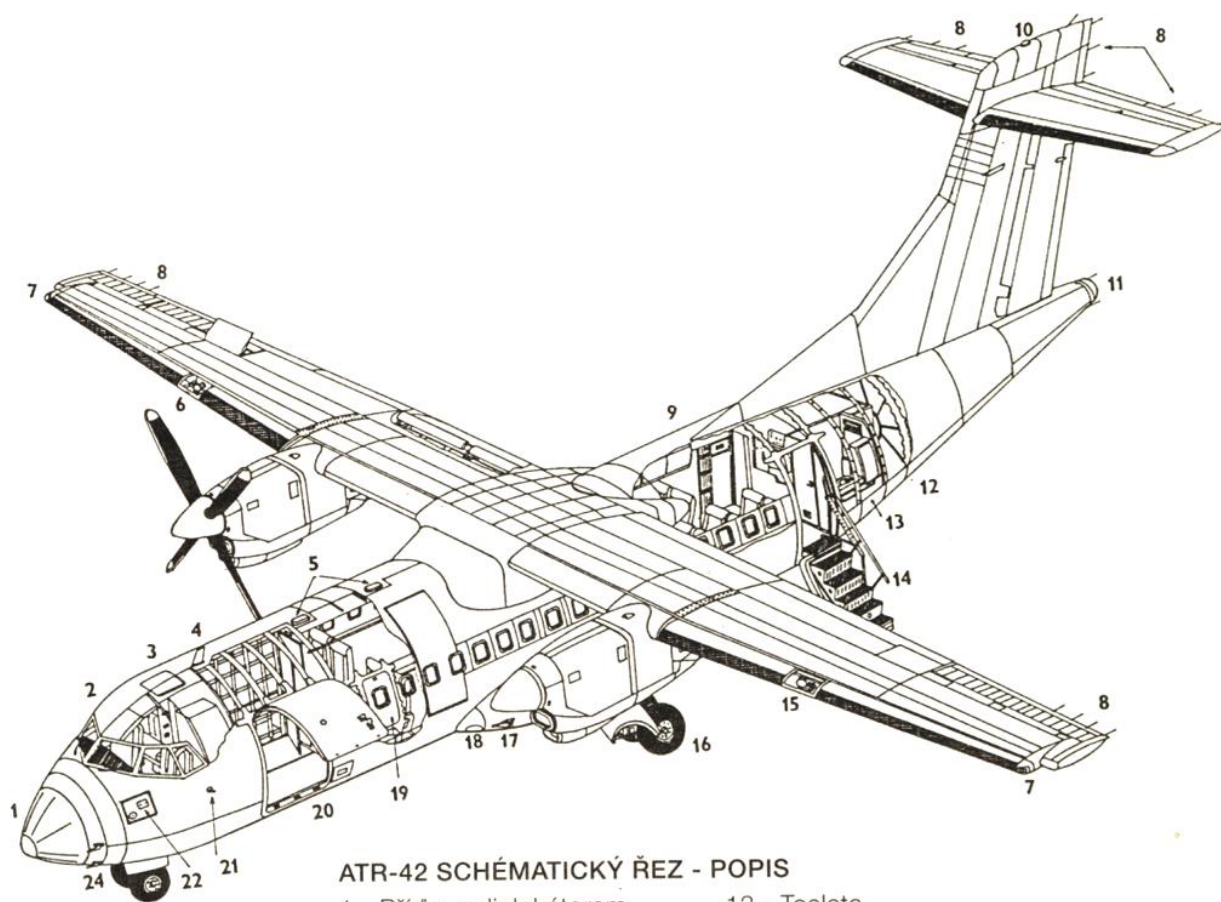
Kg	Kilogram
Km	Kilometr
km/h	kilometr za hodinu
kN	kiloNewton
kW	kiloWatt
L	Litr
m	Metr
m ³	metr krychlový
t	Tuna

Seznam příloh

1 Schématický řez ATR-42.....	112
2 Grafy závislosti doletu na čase.....	113
2.1 Graf doletu turbovrtulových letadel na krátké tratě.....	113
2.2 Graf doletu proudových letadel na krátké tratě.....	113
2.3 Graf doletu letadel na střední tratě.....	114
2.4 Graf doletu letadel na dlouhé tratě.....	114
2.5 Graf doletu nadzvukových letadel.....	115
3 Grafy závislosti kapacity na čase.....	116
3.1 Graf kapacity turbovrtulových letadel na krátké tratě.....	116
3.2 Graf kapacity proudových letadel na krátké tratě.....	116
3.3 Graf kapacity letadel na střední tratě.....	117
3.4 Graf kapacity letadel na dlouhé tratě.....	117
3.5 Graf kapacity nadzvukových letadel.....	118
4 Grafy závislosti dostupu na doletu.....	119
4.1 Graf dostupu turbovrtulových letadel na krátké tratě.....	119
4.2 Graf dostupu proudových letadel na krátké tratě.....	119
4.3 Graf dostupu letadel na střední tratě.....	120
4.4 Graf dostupu letadel na dlouhé tratě.....	120
4.5 Graf dostupu nadzvukových letadel.....	121
5 Grafy závislosti platícího zatížení na doletu.....	122
5.1 Graf platícího zatížení turbovrtulových letadel na krátké tratě.....	122
5.2 Graf platícího zatížení proudových letadel na krátké tratě.....	122
5.3 Graf platícího zatížení letadel na střední tratě.....	123
5.4 Graf doletu platícího zatížení na dlouhé tratě.....	123
5.5 Graf platícího zatížení nadzvukových letadel.....	124
6 Časová přímka uvedení letadel do provozu s počtem vyrobených kusů.....	125

Přílohy

1 Schématický řez ATR-42^[15]

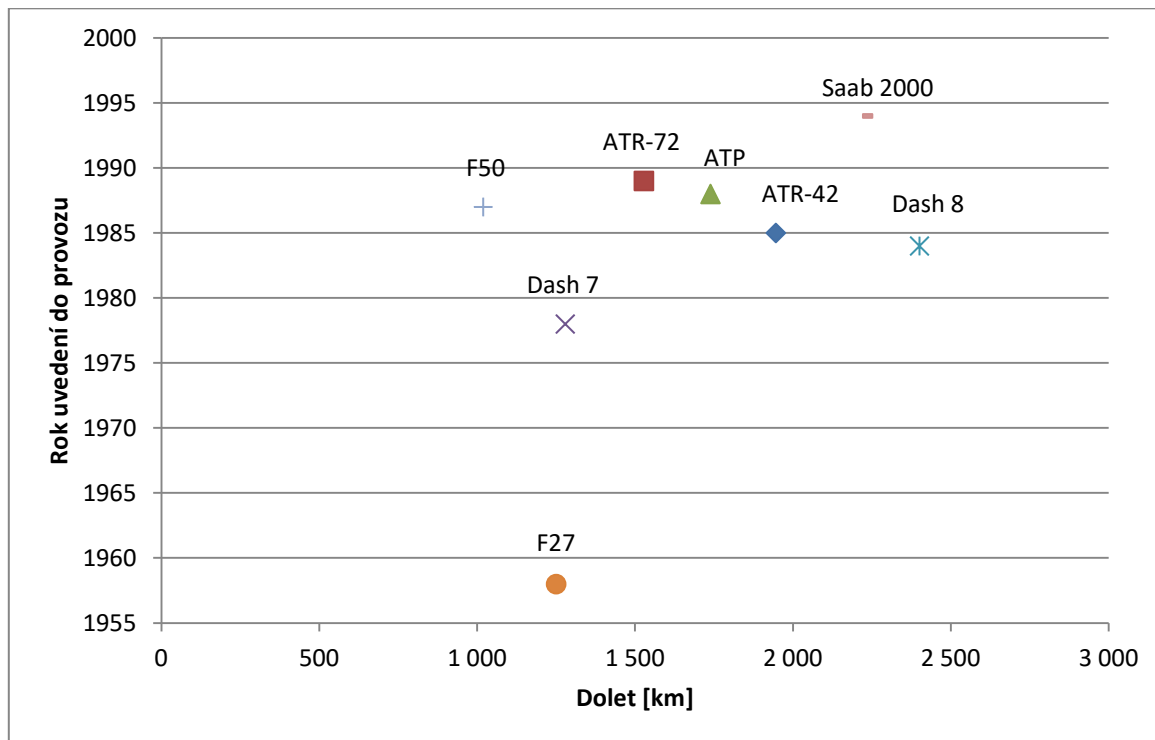


ATR-42 SCHÉMATICKÝ ŘEZ - POPIS

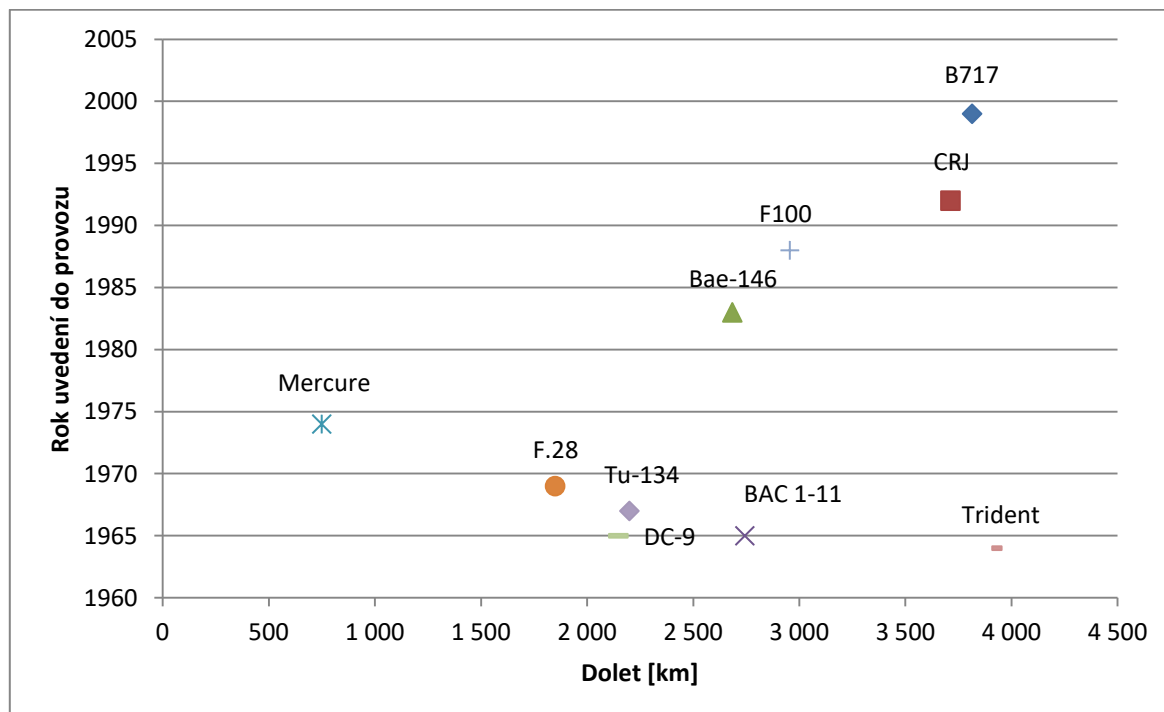
- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 - Příď s radiolokátorem | 13 - Toaleta |
| 2 - Kabina osádky | 14 - Vstup do zadního vestibulu |
| 3 - Nouzový stropní průlez | 15 - Ventil pneumatického odledovacího systému |
| 4 - VHF anténa | 16 - Hlavní podvozek |
| 5 - Antény měřiče vzdálenosti | 17 - Vstupní otvor vzduchu do klimatizace |
| 6 - Hrdlo tlakového plnění paliva | 18 - Levý přistávací reflektor |
| 7 - Polohové světlo | 19 - Nouzový východ (na obou stranách) |
| 8 - Vyzařovače statické elektřiny | 20 - Přední nákladní prostor |
| 9 - Kabina cestujících | 21 - Měřič úhlu náběhu |
| 10 - Výstražný maják | 22 - Panel snímačů statického tlaku |
| 11 - Zadní polohové bílé světlo | 23 - Přední podvozek |
| 12 - Zadní přetlaková přepážka | 24 - Pilotovy trubice |

2 Grafy závislosti doletu na čase

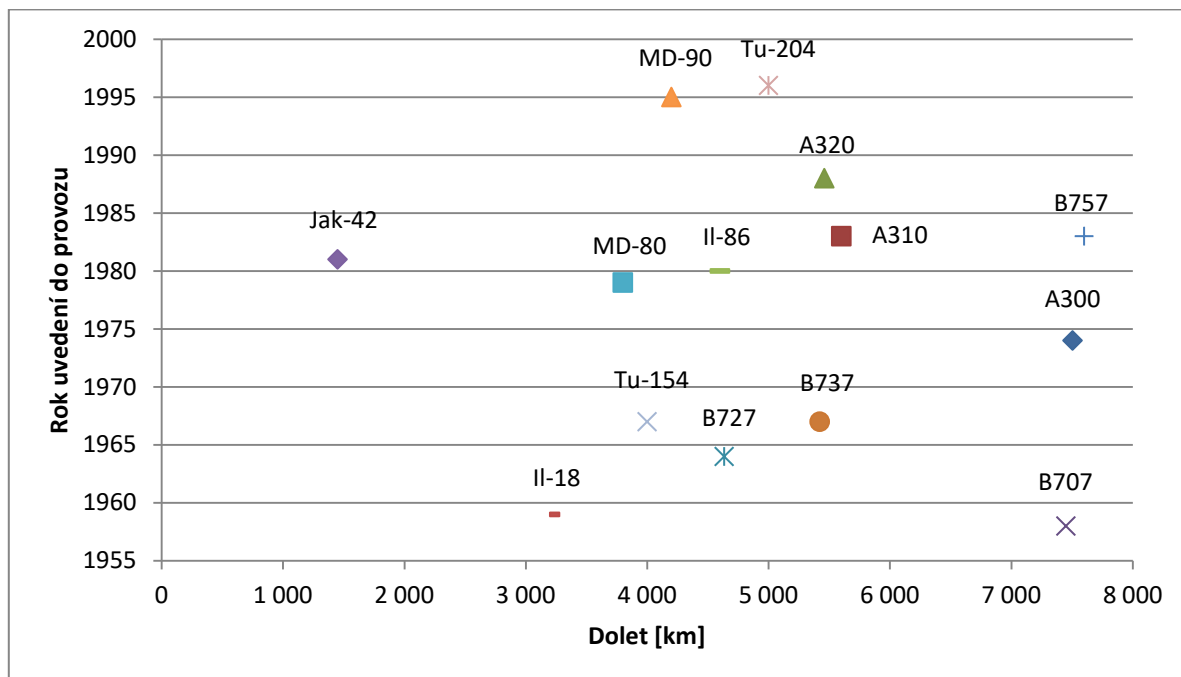
Graf 2.1 Dolet turbovrtulových letadel na krátké tratě



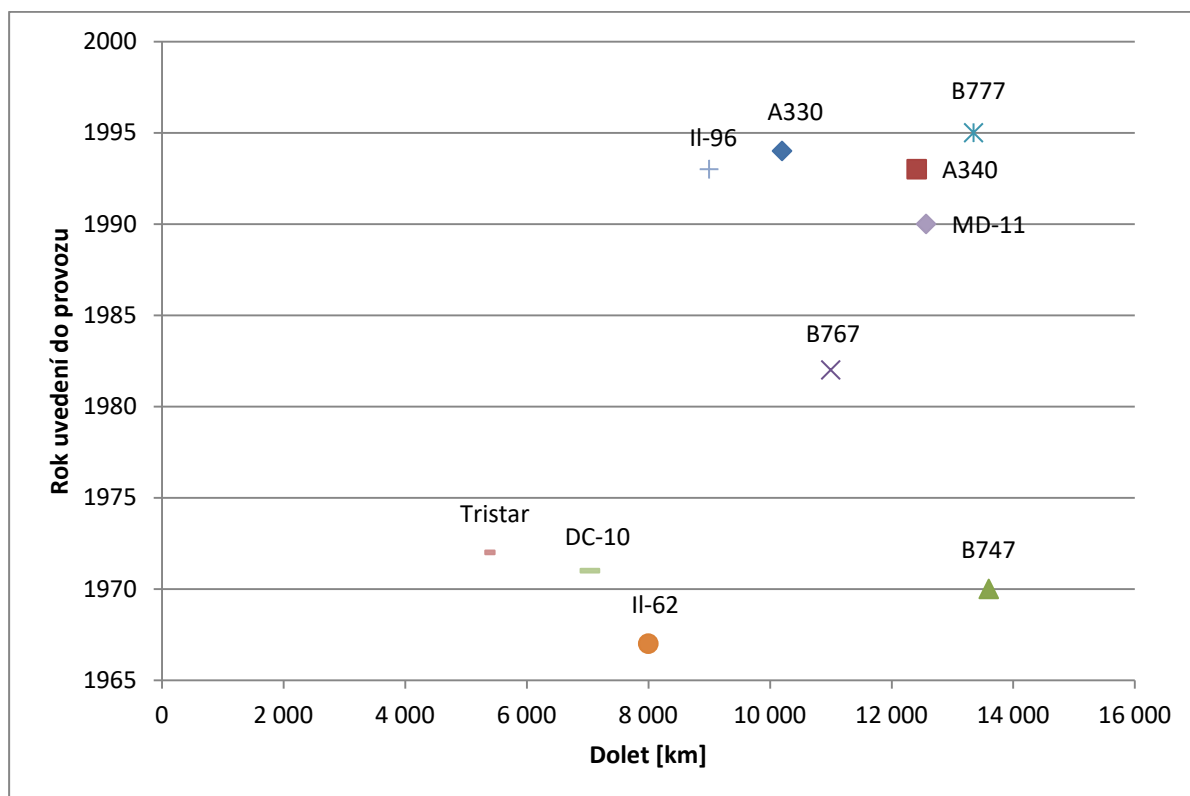
Graf 2.2 Dolet proudových letadel na krátké tratě



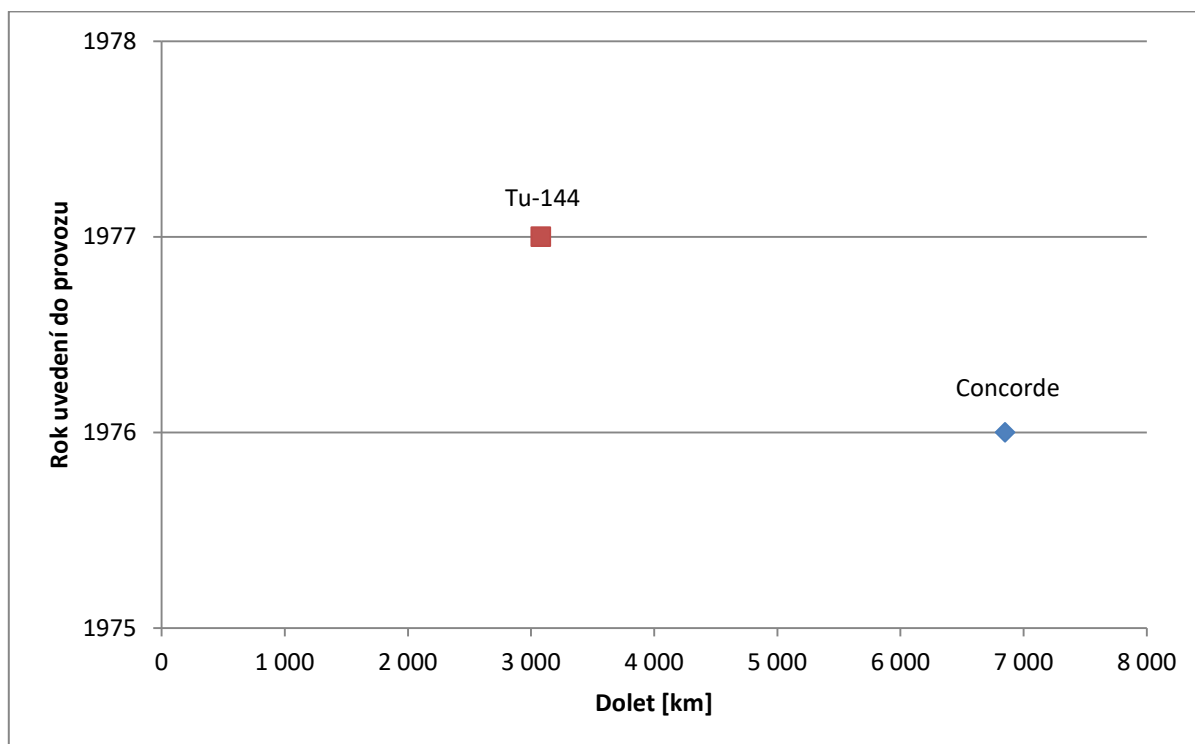
Graf 2.3 Dolet letadel na střední tratě



Graf 2.4 Dolet letadel na dlouhé tratě

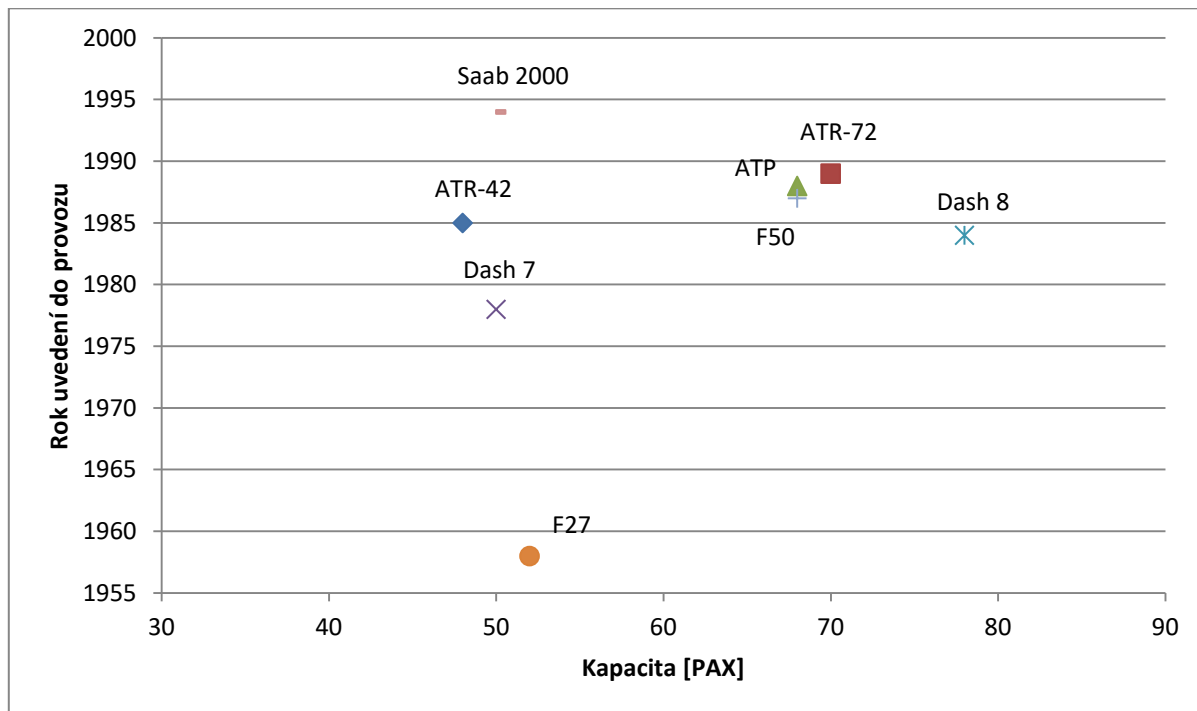


2.5 Graf doletu nadzvukových letadel

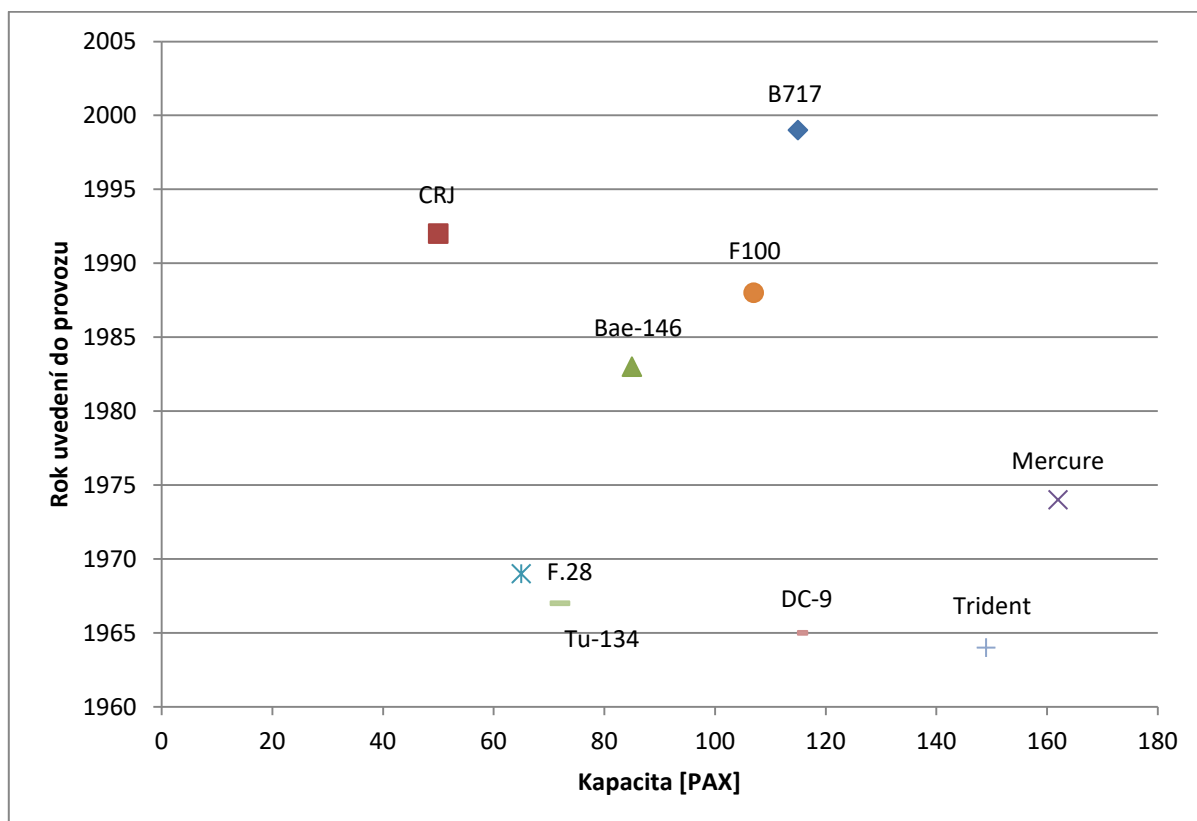


3 Grafy závislosti kapacity na čase

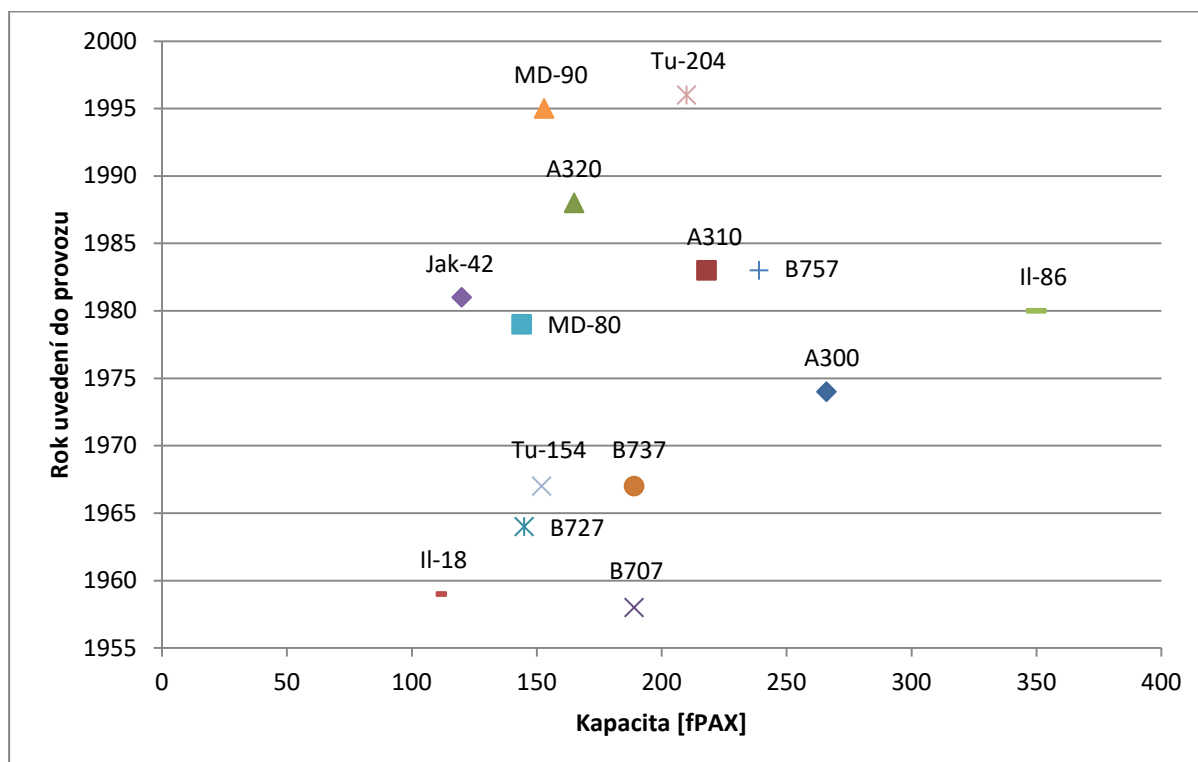
3.1 Graf kapacity turbovrtulových letadel na krátké tratě



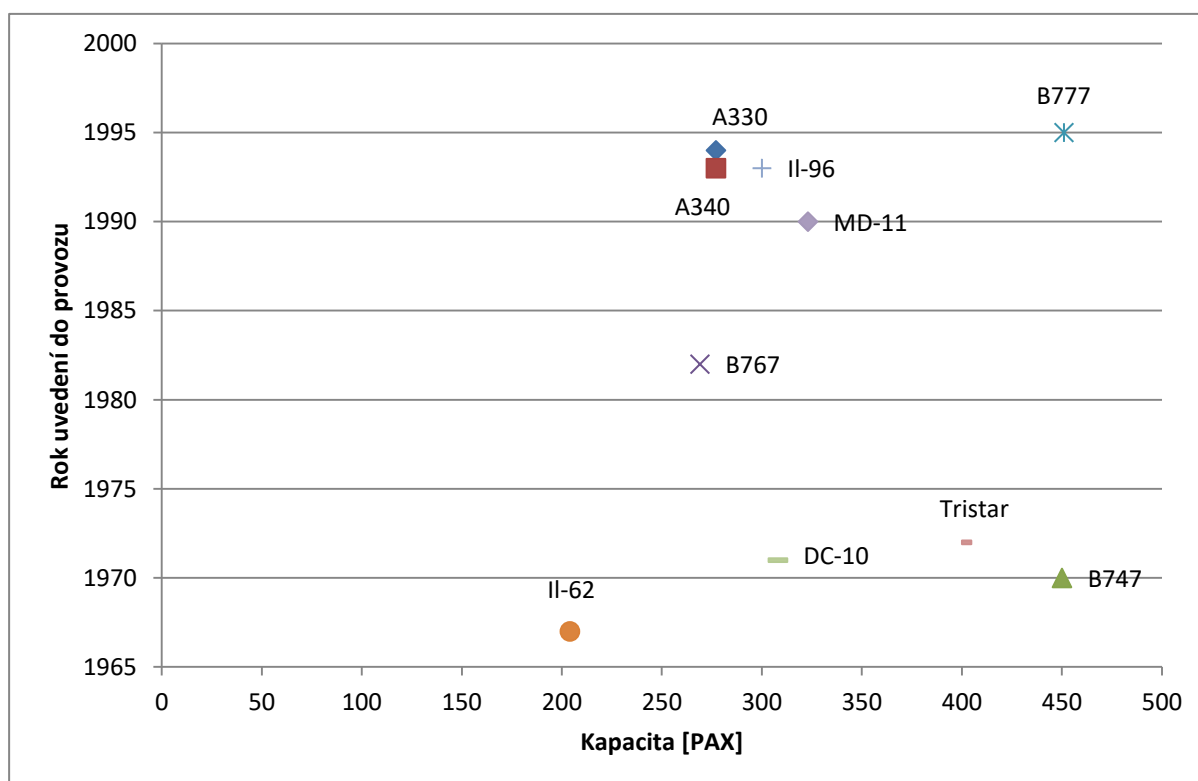
3.2 Graf kapacity proudových letadel na krátké tratě



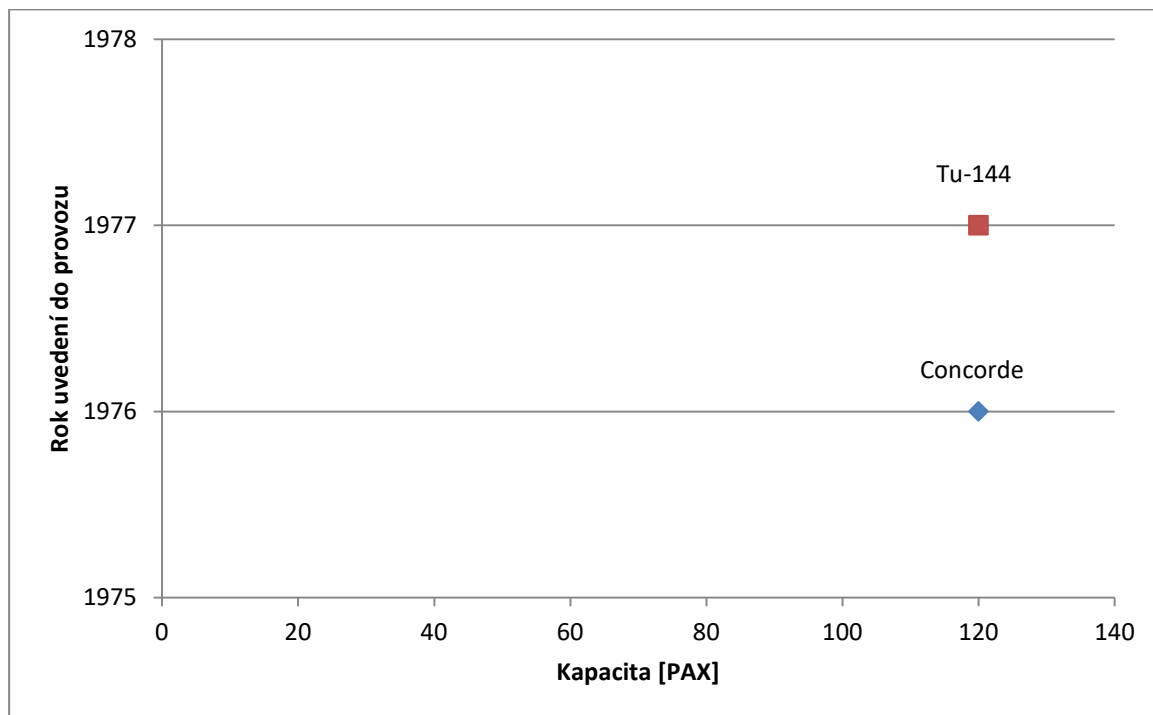
3.3 Graf kapacity letadel na střední tratě



3.4 Graf kapacity letadel na dlouhé tratě

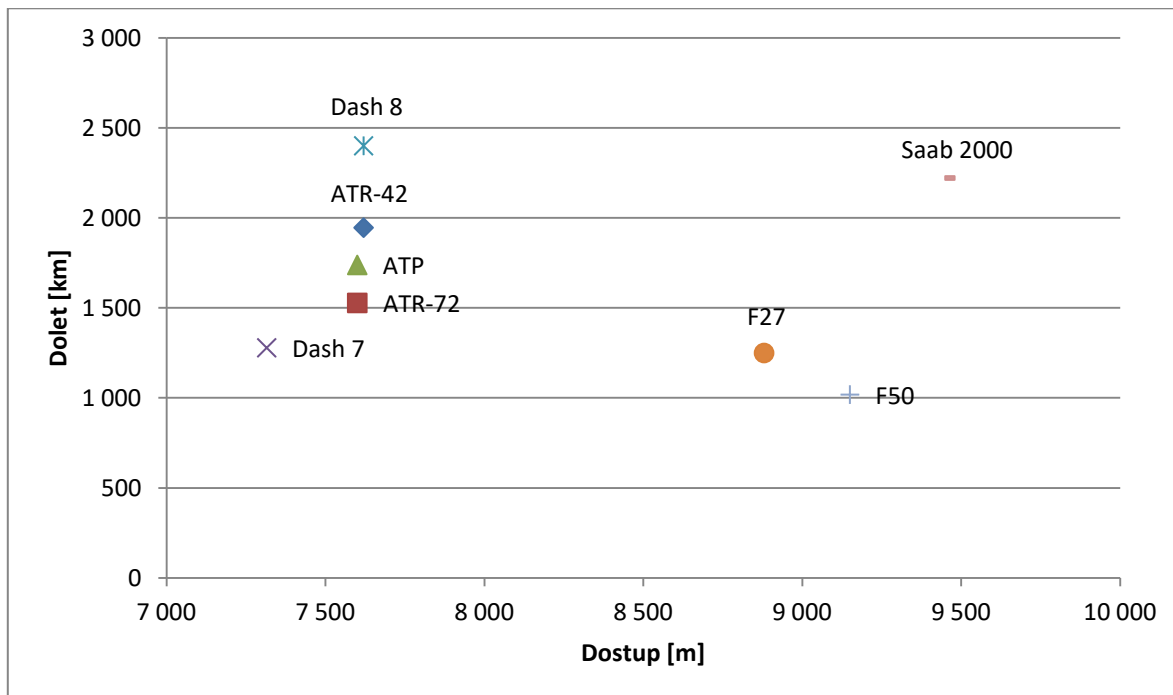


3.5 Graf kapacity nadzvukových letadel

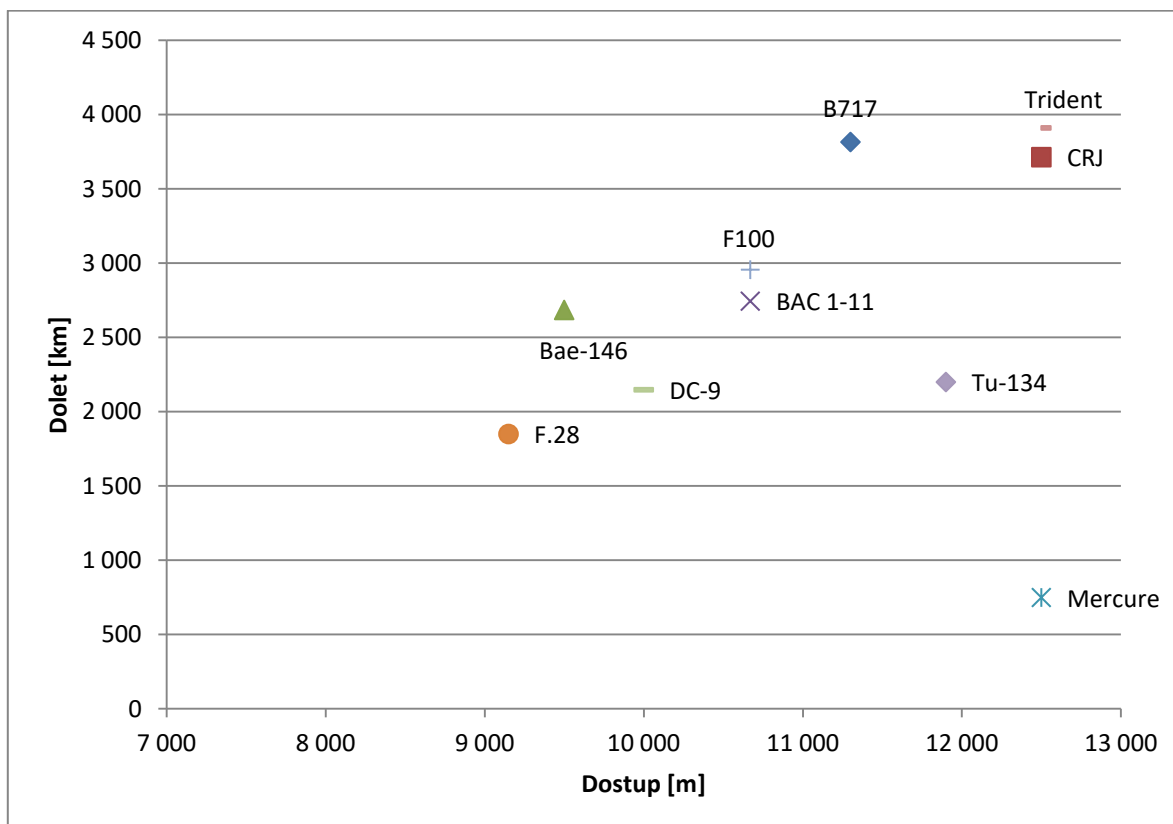


4 Grafy závislosti dostupu na doletu

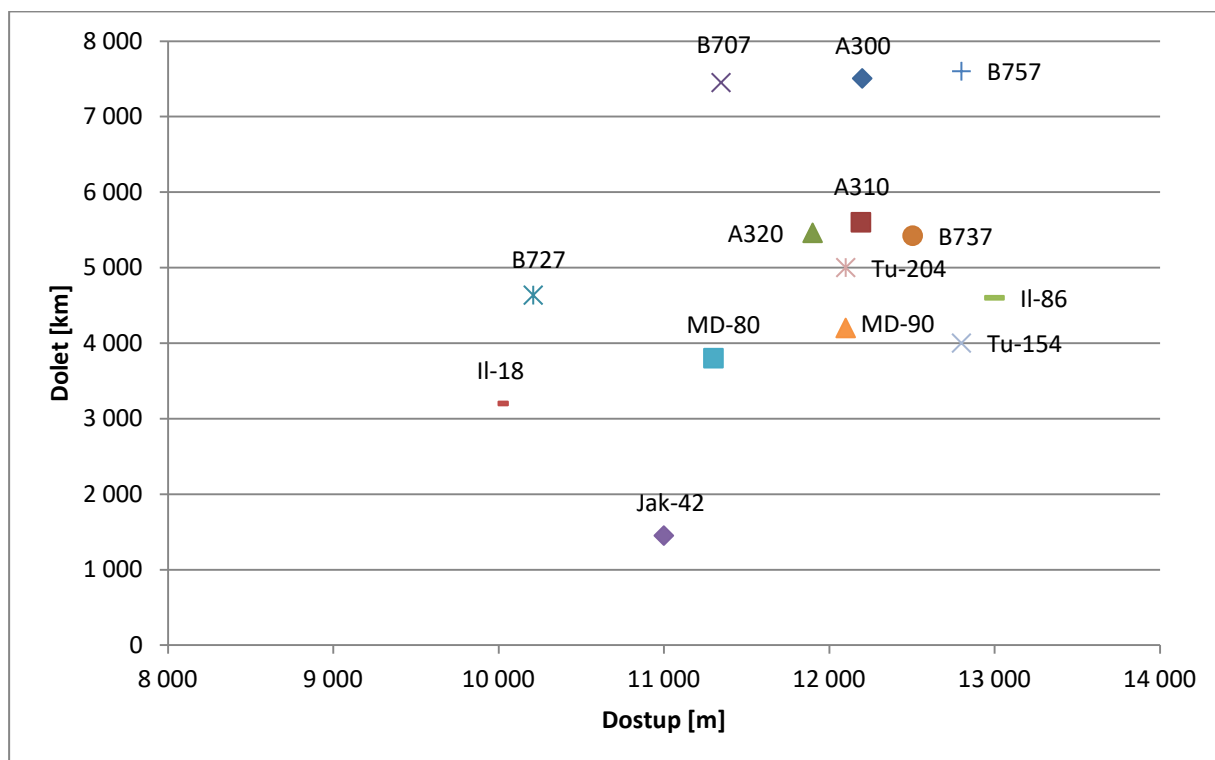
4.1 Graf dostupu turbovrtulových letadel na krátké tratě



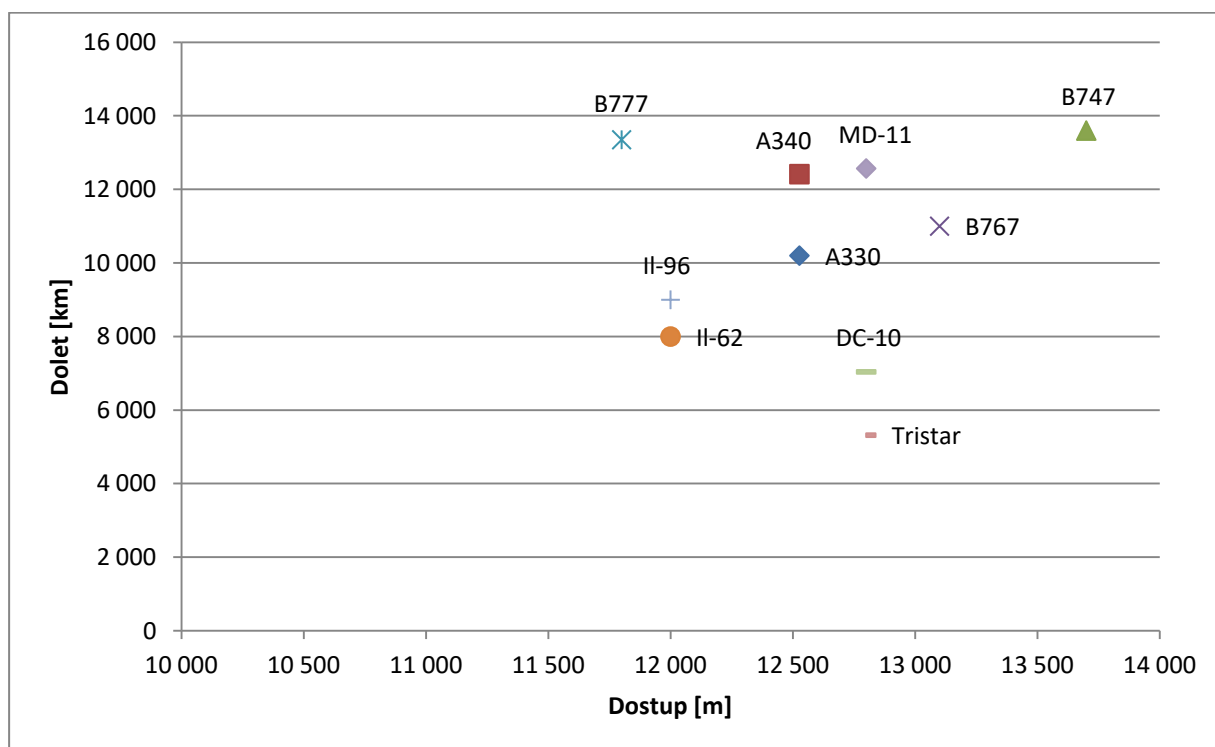
4.2 Graf dostupu proudových letadel na krátké tratě



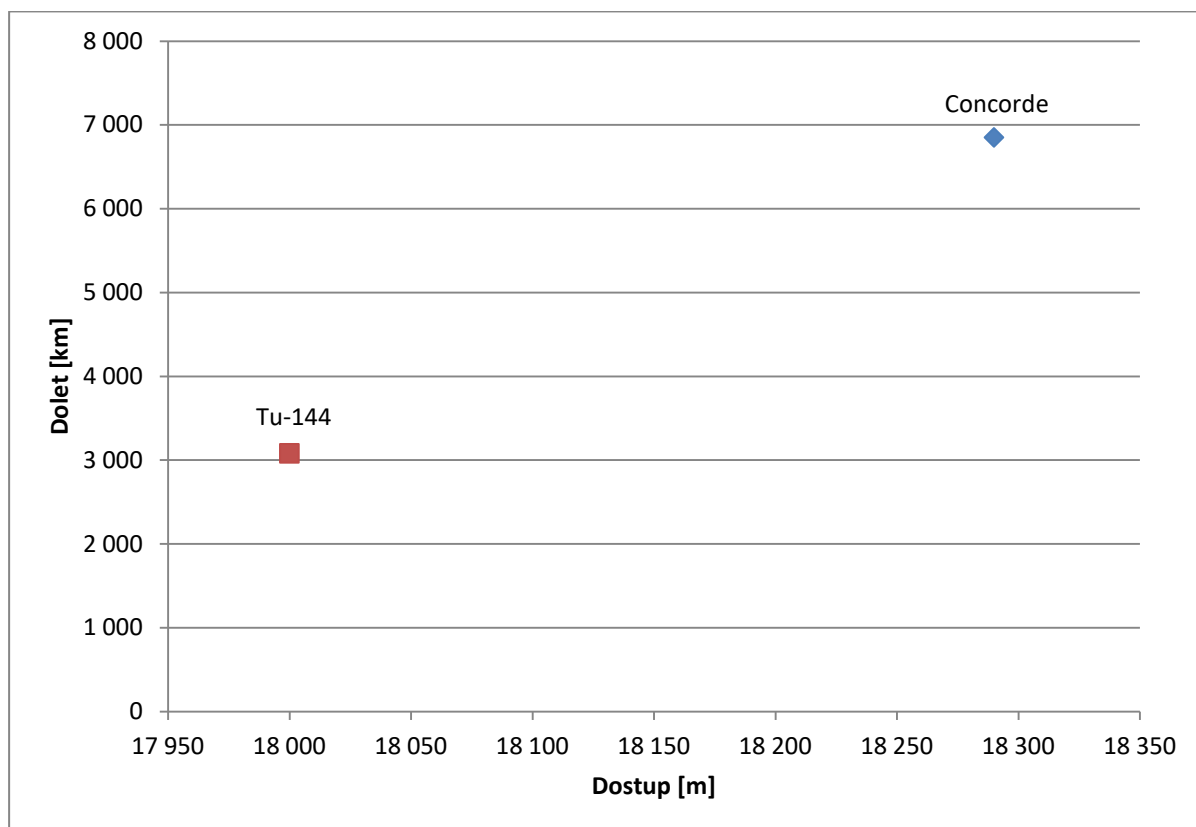
4.3 Graf dostupu letadel na střední tratě



4.4 Graf dostupu letadel na dlouhé tratě

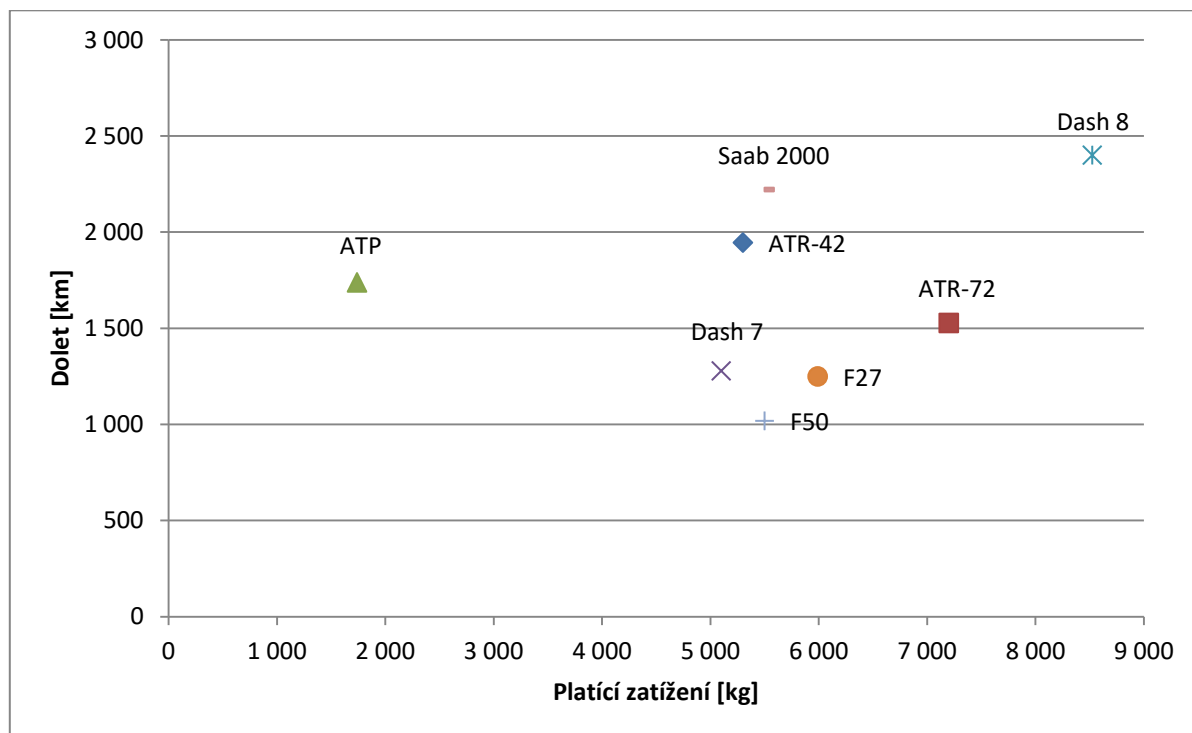


4.5 Graf dostupu nadzvukových letadel

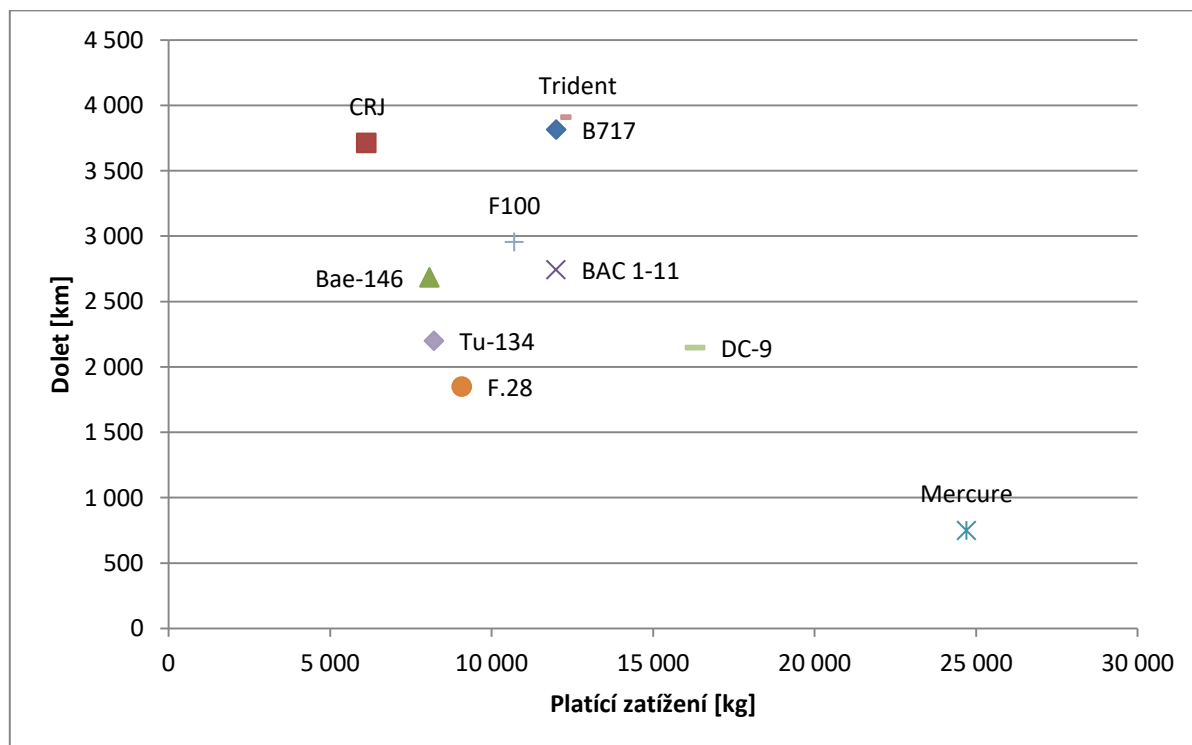


5 Grafy závislosti platícího zatížení na doletu

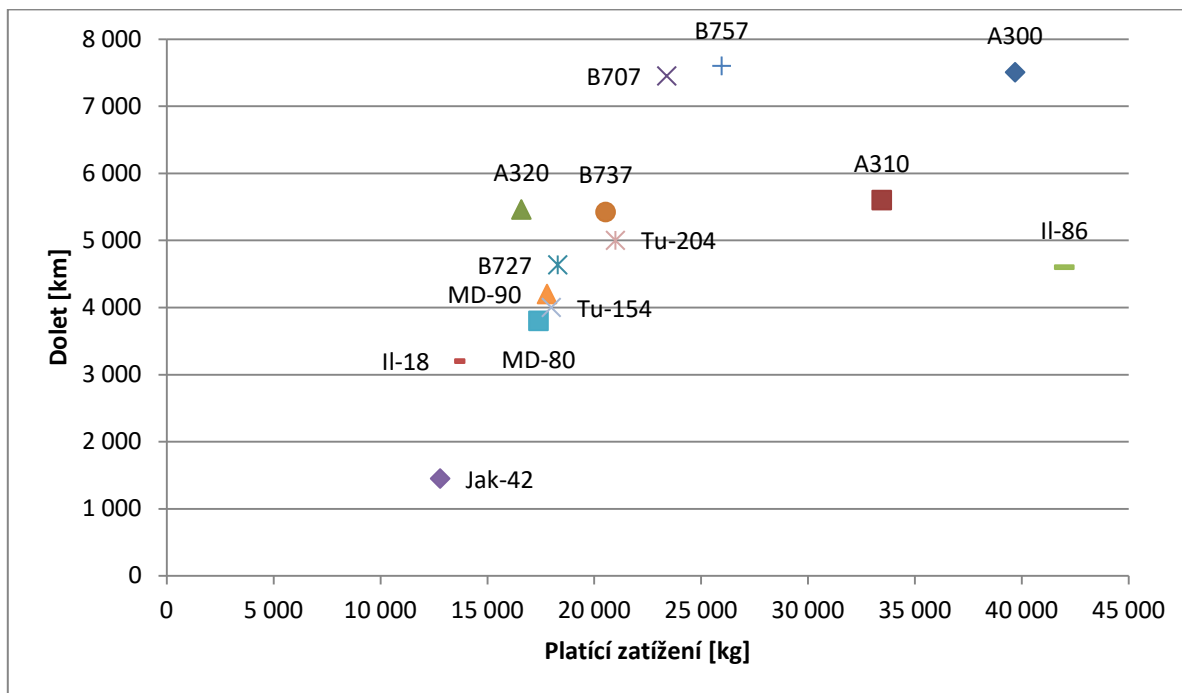
5.1 Graf platícího zatížení turbovrtulových letadel na krátké tratě



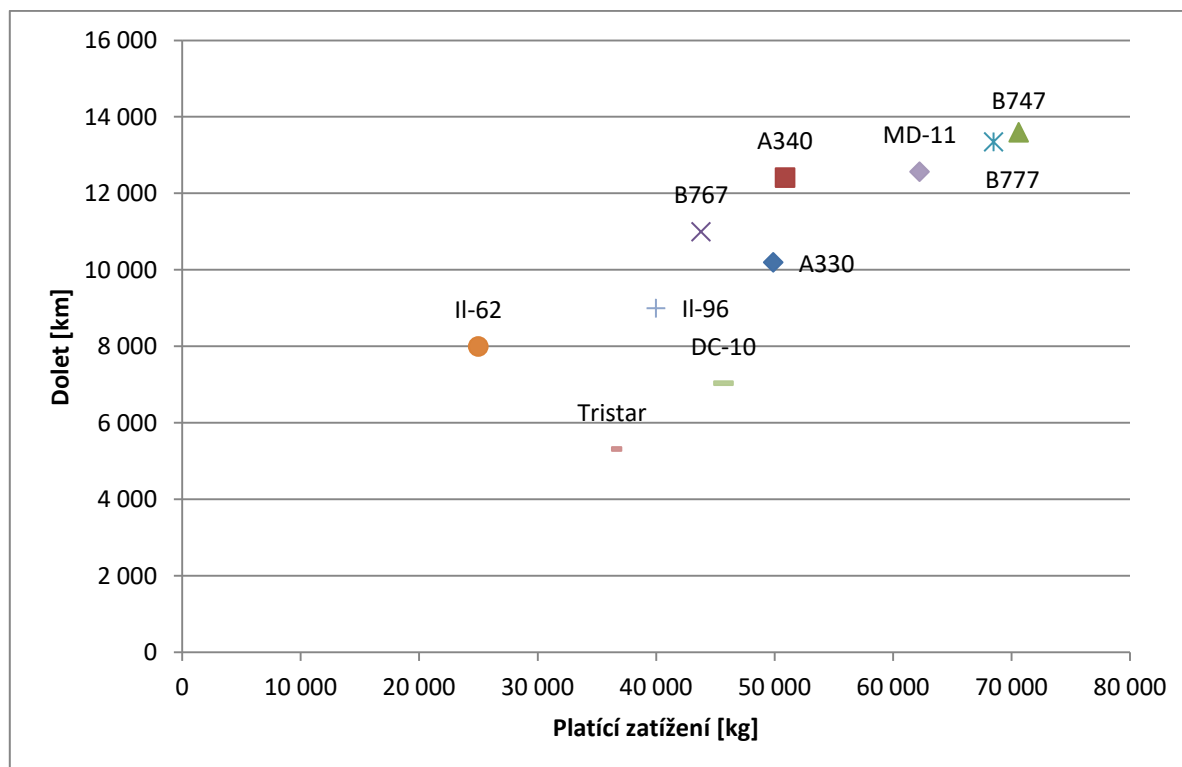
5.2 Graf platícího zatížení proudových letadel na krátké tratě



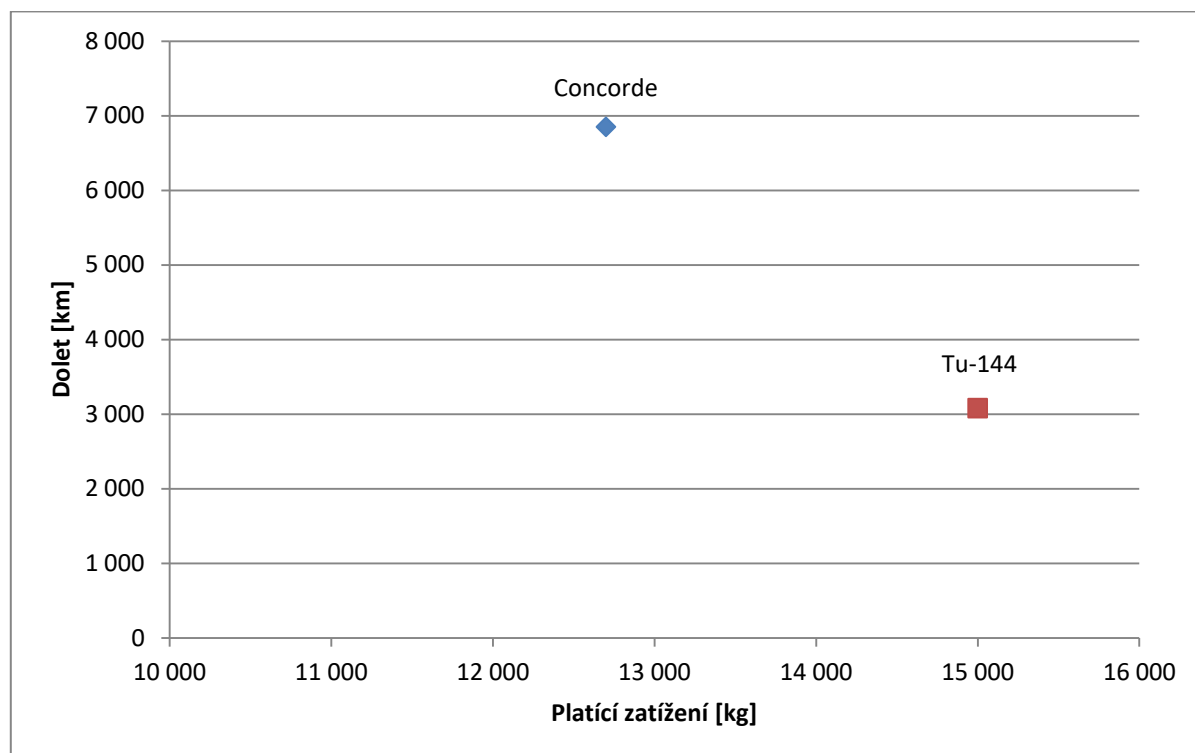
5.3 Graf platícího zatížení letadel na střední tratě



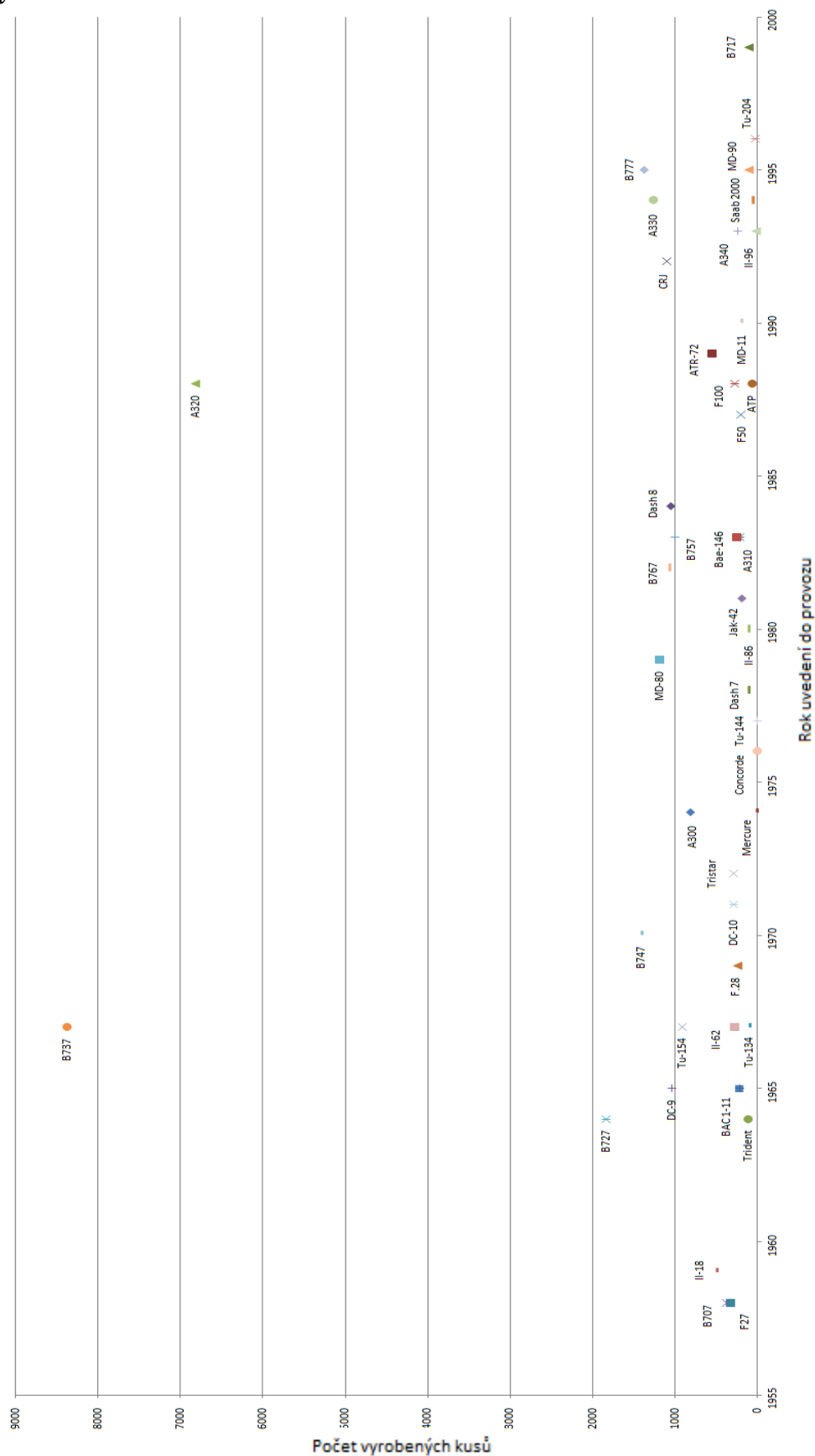
5.4 Graf doletu platícího zatížení na dlouhé tratě



5.5 Graf platícího zatížení nadzvukových letadel



6 Časová přímka uvedení letadel do provozu s počtem vyrobených kusů



7 Multimediální prezentace

Tato příloha je v elektronické podobě dostupná na přiloženém CD